

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



TESIS

**"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZÁ – CAJAMARCA 2023"**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO HIDRÁULICO**

Autor:

Bach. YUPANQUI MIRANDA DEIMAN AUDEL

Asesor:

Dr. Ing. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ

**CAJAMARCA – PERÚ
2023**

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZÁ – CAJAMARCA 2023**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Hidráulica **Deiman Audel Yupanqui Miranda**, de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor Dr. Gaspar Virilo Méndez Cruz con el software antiplagio Turnitin que identifica **16% (dieciséis por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:313184346**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 29 de enero del 2024

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAU 20148258801 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 31/01/2024 09:23:44-0500

Cc.
Archivo
c020/324dy

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Agradecer a mi familia por su apoyo y confianza. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mis padres por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome incansablemente. A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos y enseñanzas.

Agradecer a mi asesor el Dr. Gaspar Méndez por sus enseñanzas, paciencia y por la confianza depositada en mí.

Me siento en deuda con él, por todo lo aprendido durante las etapas de mi vida profesional y universitaria.

Finalmente agradecer a la junta administrativa del sistema de agua potable de la localidad del Guayo por toda la información brindada y su tiempo para realizar los recorridos de todo el sistema.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia por ser la base fundamental y soporte necesario para lograr mis objetivos, por brindarme su confianza su apoyo incondicional y por haberme inculcado los valores que es lo primordial para ser una persona de bien.

De la misma forma dedicarlo a mi hija Dafne Alana Yupanqui Silva, por haber llegado a mi vida y ser el gran motor y motivo para seguir adelante y cumplir todas mis metas trazadas.

Este logro dedico a ustedes familia y a las personas tan importantes que siempre confiaron en mí y me desearon la superación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE FOTOS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4. LIMITACIONES	3
1.5. OBJETIVOS	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1.1. Nivel Internacional	5
2.1.2. Nivel Nacional.....	5
2.1.3. Nivel Local.....	6
2.2. BASES TEÓRICAS	7
2.2.1. El ciclo hidrológico.....	7
2.2.2. Agua Potable	7
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	36
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1.1. Materiales.....	39
3.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	39

3.3.	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	41
3.3.1.	Ubicación	41
3.3.2.	Características geográficas.....	41
3.3.3.	Extensión territorial	41
3.3.4.	Vías de acceso	41
3.3.5.	Población.....	42
3.3.6.	Situación económica	43
3.4.	METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	43
3.5.	PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.5.1.	Reconocimiento y descripción del estado actual del Sistema de Agua Potable de la localidad del Guayo.....	43
3.5.2.	Evaluación de los componentes del sistema de agua potable de la localidad del Guayo	45
3.5.3.	Operación y mantenimiento del Sistema de Agua Potable del Guayo	48
	CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	49
4.1.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	49
4.1.1.	Reconocimiento e identificación de los componentes del sistema de agua de la localidad del Guayo	49
4.1.2.	Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Localidad del Guayo	53
4.1.3.	Operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la localidad del Guayo.....	75
4.1.4.	Situación de la Junta Administrativa en la localidad del Guayo	76
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	76
	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1.	CONCLUSIONES	79
5.2.	RECOMENDACIONES	80
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
	APENDICES	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo hidrológico	7
Figura 2. Captación de manantial de ladera	13
Figura 3. Diseño de una captación de ladera.....	14
Figura 4. Flujo de agua en un orificio de pared gruesa.....	15
Figura 5. Carga disponible y perdida de carga	17
Figura 6. Ancho de pantalla de la cámara húmeda.	19
Figura 7. Cálculo de la cámara húmeda.	19
Figura 8. Perfil de la cámara húmeda y la captación	20
Figura 9. Dimensiones de la canastilla.....	21
Figura 10. Esquema de una línea de conducción por gravedad.	22
Figura 11. Cámara rompe presión tipo 6.....	23
Figura 12. Válvula de aire y de purga en línea de conducción.....	24
Figura 13. Reservorio o tanque de almacenamiento.....	25
Figura 14. Tanque de almacenamiento de agua potable	27
Figura 15. Red de distribución	28
Figura 16. Red abierta o ramificada.....	29
Figura 17. Red ramificada.....	30
Figura 18. Coeficiente de variación diaria	31
Figura 19. Gasto de consumo máximo horario	32
Figura 20. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab/d).....	33
Figura 21. Dotación de agua para centros educativos.....	34
Figura 22. Diagrama de flujo para el procesamiento de WaterCAD.....	36
Figura 23. Mapa Geográfico del Perú.....	39
Figura 24. Mapa Departamental, Provincial y Distrital.....	40
Figura 25. Mapa de la localidad del Guayo.....	40
Figura 26. Vista en plata y de perfil - cámara húmeda de la captación	58
Figura 27. Vista en plata y de perfil del reservorio según según construcción en campo ..	63

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Visita a la captación peña caída	46
Foto 2. Visita al reservorio de la localidad del Guayo	47
Foto 3. Captación peña caída	50
Foto 4. Pase aéreo en la línea de conducción diámetro 1 ½” progresiva 0+519.61	51
Foto 5. Pase aéreo en la línea de conducción diámetro 1 ½” progresiva 1+202.88	51
Foto 6. Reservorio rectangular de 10 metros cúbicos	52
Foto 7. Captación de ladera llamada peña caída	53
Foto 8. Vista en el interior de la captación tipo galería	54
Foto 9. Cámara húmeda peña caída	58
Foto 10. Vista de la canastilla en la cámara húmeda	60
Foto 11. Reservorio	63
Foto 12. Medición de presiones en campo	70
Foto 13. Medición de presión en la vivienda 41	71
Foto 14: Verificando el estado y las dimensiones de la captación “peña caída”	98
Foto 15: Vista interior de la captación de manantial “peña caída”	98
Foto 16: Aforo del caudal de llegada al reservorio	99
Foto 17: Mediciones en el reservorio	99
Foto 18: Captación peña caída	100
Foto 19: Cámara rompe presión en la red de distribución	100
Foto 20: Pase aéreo en la línea de conducción de 60 metros de longitud	101
Foto 21: Pase aéreo en la línea de conducción de 60 metros de longitud	101
Foto 22: Medición de presión dinámica en campo	102
Foto 23: Medición de presión dinámica con el manómetro	102

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Grafica de barras de los diferentes aforos realizados en el año 2023.....	57
Gráfico 2. Consumo máximo de la primera semana.....	65
Gráfico 3. Consumo máximo de la segunda semana	66
Gráfico 4: Consumo máximo de la tercera semana	67
Gráfico 5. Consumo máximo de la cuarta semana.	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aforo del manantial peña caída 12/03/2023- 7 AM.....	54
Tabla 2. Aforo del manantial peña caída 15/04/2023- 7.20 AM	545
Tabla 3. Aforo del manantial peña caída 12/07/2023- 7.12 AM.....	54
Tabla 4. Aforo del manantial peña caída 27/08/2023- 7.35 AM	54
Tabla 5. Volumen en metros cúbicos por hora	64
Tabla 6. Consumo máximo del día en la primera semana.....	65
Tabla 7. Consumo máximo del día en la segunda semana	66
Tabla 8. Consumo máximo del día en tercera semana.....	67
Tabla 9. Consumo máximo del día en la cuarta semana	68
Tabla 10. Caudales calculados y coeficientes de variación - mediciones en el reservorio .68	
Tabla 11. Presiones dinámicas de la localidad del Guayo en horario de máximo consum. 71	
Tabla 12. Reporte de presiones en las viviendas según el modelamiento en periodo extendido.....	72

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar el sistema de agua potable de la localidad del Guayo, Distrito de Contumazá, provincia de Contumazá – Cajamarca, basándose fundamentalmente en brindar una evaluación de ingeniería desde el punto de vista hidráulico referente al estado, funcionamiento hidráulico y operación del sistema de agua existente. Se utilizó una metodología descriptiva de carácter cualitativo y cuantitativo; no experimental, con una población de noventa y tres conexiones domiciliarias que conforman todo el sistema de agua potable de la localidad. Para su evaluación, en primer lugar, se describió cada componente: su volumen de la cámara húmeda en la captación peña caída tiene un tiempo de retención de 115.92 segundos, menor a lo recomendado (3-5min), la línea de conducción de PVC clase 10 tiene 1 ½” de diámetro con una longitud de 1711.11m con dos pases aéreos de 60 metros cada uno; el primero ubicado en la progresiva 0+519.61 y el segundo pase aéreo ubicado en la progresiva 1+202.88, ambos de HDPE; también se encuentra dos válvulas de purga la primera en la progresiva 0+640, y la segunda en la progresiva 1+320; el reservorio tiene un volumen de 10 metros cúbicos, el cual presenta una caseta de cloración en la parte superior sin funcionamiento; la línea de distribución del sistema cuenta con diámetros de 1 ½”, 3/4” y 1/2” de PVC clase 10. Luego se realizó la evaluación en sí, para ello, se realizaron mediciones en el reservorio para determinar el caudal de consumo, estas mediciones nos permitieron estimar los coeficientes de variación $k_1= 1.29$, $k_2 = 1.62$ y $k_3= 2.09$, con lo cual se estimó los caudales para evaluar cada componente del sistema, teniendo el caudal medio de 0.44 l/s. el caudal máximo diario de 0.57 l/s y el caudal máximo horario de 0.72 l/s. Con la referida información se concluyó lo siguiente: la oferta es de 0.96 l/s en época de lluvia, 0.58 l/s en épocas de sequía y la demanda es 0.44 l/s, quedando demostrado que la oferta es mayor que la demanda; la captación presenta un mal diseño hidráulico; la línea de conducción cumple con las condiciones mínimas de diseño; el reservorio no tiene las dimensiones adecuadas y la línea de distribución tiene serios inconvenientes con la presión; hay 32 viviendas (34.4%) que sobrepasan la presión límite.

Palabras Clave: evaluación, sistema, agua potable, modelamiento, presión dinámica

ABSTRACT

The objective of this research project was to evaluate the drinking water system of the town of Guayo, District of Contumazá, province of Contumazá - Cajamarca, based mainly on providing an engineering evaluation from the hydraulic point of view regarding the state, operation hydraulics and operation of the existing water system. A descriptive methodology of a qualitative and quantitative nature was used; non-experimental, with a population of ninety-three home connections that make up the entire drinking water system of the town. For its evaluation, in the first place, each component was described: its volume of the humid chamber in the Peña Caida catchment has a retention time of 15.92 sec, less than recommended (3-5min), the class PVC conduction line 10 is 1 ½” in diameter with a length of 1711.11m with two air passes of 60 meters each; the first located at survey station 0+519.61 and the second air pass located at survey station 1+202.88, both made of HDPE; there are also two purge valves, the first at progressive 0+640, and the second at progressive 1+320; the reservoir has a volume of 10 cubic meters with dimensions of 2.5 m wide*2.5 m long*1.6 m high, which has a non-functioning chlorination booth at the top; the distribution line of the system has diameters of 1 ½”, 3/4” and 1/2” of class 10 PVC. Then the evaluation itself was carried out, for this, measurements were made in the reservoir to determine the consumption flow, these measurements allowed us to estimate the coefficients of variation $k_1 = 1.29$, $k_2 = 1.62$ and $k_3 = 2.09$, with which it was estimated the flows to evaluate each component of the system, having the average flow of 0.44 l/s. the maximum daily flow of 0.57 l/s and the maximum hourly flow of 0.72 l/s. With the aforementioned information, the following was concluded: the supply is 0.96 l/s in the rainy season, 0.58 l/s in the dry season and the demand is 0.44 l/s, demonstrating that the supply is greater than the demand; the catchment presents a bad hydraulic design; the conduction line meets the minimum design conditions; the reservoir does not have adequate dimensions and the distribution line has serious problems with pressure; there are 32 homes (34.4%) that exceed the limit pressure.

Keywords: evaluation, system, drinking water, modeling, dynamic pressure

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Contextualización

Es esencial llevar a cabo investigaciones que proporcionen información sobre la condición de los sistemas de agua potable en las comunidades, ya que esto constituye el primer paso para desarrollar una propuesta de política nacional destinada a mejorar su sostenibilidad. El objetivo principal es garantizar la protección de la salud, así como fomentar el desarrollo socioeconómico y cultural de las familias.

Reconociendo el valor de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las localidades, tanto en términos de distribución como de calidad, es fundamental comprender las diversas situaciones y problemáticas que enfrentan. Esto permitirá proponer alternativas para su mejora.

En el caso específico de la investigación realizada en la localidad del Guayo, se buscaba evaluar su sistema de abastecimiento de agua potable. Los resultados dependerán de la calidad de los datos recopilados en el campo, la disposición de colaboración de los pobladores involucrados y la opinión consciente de los usuarios locales.

Sin embargo, la investigación se encontró con diversas limitaciones que obstaculizaron su avance. En primer lugar, la falta de atención por parte de la JASS dificultó la realización de un diagnóstico exhaustivo del estado estructural del sistema de agua potable, limitándose a un análisis visual.

Además, las visitas a la captación fueron restringidas debido a la desconfianza por parte de la junta directiva y a la falta de disponibilidad de tiempo del presidente de la JASS. Esto resultó en una evaluación del caudal de oferta en la captación únicamente durante épocas de lluvias y sequías, lo que limitó la comprensión completa del sistema.

1.1.2. Descripción del problema

En la actualidad, en la localidad del Guayo, el suministro de agua potable viene siendo administrada por la junta administrativa de servicios de saneamiento (JASS), la cual está compuesta por personas que carecen de la capacitación necesaria para gestionar este servicio. Estos miembros son principalmente agricultores y dedican su tiempo a esta labor una vez al mes o con menor frecuencia. Como resultado, se experimentan problemas de interrupción en el suministro, lo que genera insatisfacción entre los usuarios de la población.

Ante esta situación, con el objetivo de identificar las dificultades presentes en este sistema, se planea llevar a cabo un estudio que proporcione una visión completa de dicho sistema de suministro de agua potable en la localidad del Guayo.

1.1.3. Formulación del problema

La investigación busca responder a la siguiente interrogante:

¿Cómo es el funcionamiento actual del sistema de agua potable de la localidad del Guayo?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Justificación científica

El objetivo de esta investigación es evaluar el sistema de agua potable desde una perspectiva hidráulica, rigiéndose en la norma técnica de diseño de saneamiento para el ámbito rural. Además, es fundamental obtener una comprensión más concreta de los parámetros de diseño para utilizarlos en futuros estudios orientados a mejorar los servicios de agua potable en las comunidades. Esto será especialmente relevante al considerar circunstancias similares a las del área de estudio.

1.2.2. Justificación técnica- práctica

Es esencial llevar a cabo un análisis exhaustivo de los servicios de agua potable para el beneficio de toda la comunidad. La evaluación del sistema de agua potable surge como una respuesta necesaria para abordar las preocupaciones que tienen todos los usuarios sobre la

calidad del servicio que reciben, así como para comprender en qué estado se encuentra el funcionamiento hidráulico integral del sistema en la actualidad.

1.2.3. Justificación institucional y personal

Los estudios son llevados a cabo por la rama de ingeniería hidráulica, la cual es una entidad única en el Perú y está afiliada a la Universidad Nacional de Cajamarca. Esta institución se dedica a abordar áreas remotas y a colaborar en la solución de los problemas relacionados con el agua.

1.3. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizará en la localidad del Guayo – Contumazá - Cajamarca, en el año 2023, localidad que tiene noventa y tres conexiones domiciliarias y existe interés de más población por este servicio.

Esta investigación se limitará a brindar una evaluación de ingeniería desde el punto de vista hidráulico referente al estado, funcionamiento hidráulico y operación del sistema de agua existente.

1.4. LIMITACIONES

La investigación se vio afectada por varias limitaciones que obstaculizaron su avance significativamente. En primer lugar, la falta de atención por parte de la JASS resultó en la incapacidad de realizar un análisis exhaustivo del sistema de agua potable, restringiendo la evaluación únicamente a un diagnóstico visual respecto al tema estructura.

Además, las visitas a la captación se vieron seriamente restringidas debido a la desconfianza de la junta directiva y a la falta de disponibilidad de tiempo por parte del presidente de la JASS. Como resultado, la evaluación del caudal de agua en la captación se llevó a cabo únicamente durante las épocas de lluvia y sequía.

Otra limitación importante fue la dificultad para obtener permisos de los pobladores para inspeccionar sus conexiones, ya que esto generaba desconfianza debido al desconocimiento del procedimiento por parte de la comunidad.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivos General

- Evaluar el sistema de agua Potable de la Localidad del Guayo, Contumazá – Cajamarca.

1.5.2. Objetivos específicos

- Describir los componentes que conforman el sistema de agua potable de la localidad del Guayo, Contumazá – Cajamarca.
- Estimar la demanda del recurso hídrico en el sistema de agua potable de la localidad del Guayo, Contumazá - Cajamarca.
- Estimar la oferta que ofrece el manantial en épocas de lluvias y estiaje para el abastecimiento del sistema de agua potable de la localidad del Guayo, Contumazá - Cajamarca.
- Evaluar cada componte del sistema de agua potable de la localidad del Guayo, Contumazá - Cajamarca.
- Evaluar la Operación del sistema de Agua de la localidad del Guayo, Contumazá - Cajamarca.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Nivel Internacional

En la investigación: *“evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en la parroquia San Gregorio Cantón Muisne provincia de Esmeraldas”*

Logró concluir que el agua proveniente de la fuente que abastece el sistema es apta para continuar siguiendo captada y utilizada en el sistema de agua potable ,sin embargo necesita de un tratamiento posterior antes de ser transportada a los consumidores ,es decir que el agua potable del recinto tres vías en cierto punto es apta para el consumo humano, pero es indispensable mejorar su calidad ya que presenta contaminación por coliformes fecales y existen parámetros que no están dentro del rango establecido en la normativa.

En relación a la conducción y a la simulación hidráulica realizada se debe incrementar válvulas de aire y purga para prevenir daos o rupturas.

Se debe implementar un sistema de filtración con el objetivo de eliminar mayor parte de impurezas presentes en el agua cruda y es necesario mejorar el sistema de desinfección del agua potable utilizando un hipoclorador por goteo con flotador. (Bonito, 2022).

2.1.2. Nivel Nacional

En la investigación: *“Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Ampanu, distrito de culebras, provincia de Huarmey, región Áncash; para su incidencia en la condición sanitaria de la población- 2021”* llegó a la conclusión que para su incidencia en la condición sanitaria de la población”. la evaluación del sistema de abastecimiento de agua actual en el caserío presenta pequeñas deficiencias, debido a la falta de mantenimiento en los accesorios y válvulas, ya que estos elementos se encuentran en un estado “malo”, induciendo al mal funcionamiento del sistema, respecto a los demás

elementos se encuentran en estado bueno o regular, esperando tomar medidas adecuadas para el buen funcionamiento de sistema de abastecimiento de agua potable. (Soto, 2021).

2.1.3. Nivel Local

En la investigación: “*Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Jesús – Cajamarca*”. Se trabajó con una muestra de 109 conexiones domiciliarias. Se concluye que un reservorio y la línea de conducción se encuentra en buen estado y el siguiente reservorio necesita rehabilitación; además, el autor determinó los coeficientes de variación diaria (K1) y coeficiente de variación horaria (K2), donde se obtuvo valores de 1.11 y 1.99 respectivamente; también nos menciona que existen presiones dinámicas que varían desde 5.00 m.c.a. hasta los 22.00 m.c.a; finalmente, el 76% de conexiones domiciliarias presentan diversas deficiencias. (Bardales, 2022),

En la investigación “*Evaluación del sistema de agua potable de la localidad de Pimpingos, Cutervo*”. Llegó a la conclusión que el sistema de agua potable tiene aproximadamente 18 años. La captación hidráulicamente tiene un tiempo de retención entre los 3-5min; la conducción de 2” de diámetro está bien dimensionado. En la red de distribución existen presiones muy altas y velocidades en las tuberías menores 0.60m/s, lo que no cumple con lo establecido por la MVCS. (Santos, 2022)

En la investigación: “*Evaluación de los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac-San Marcos*”. Llegó a la conclusión, en la evaluación de infraestructura se encuentra en un estado medio desarrollado. Los manantiales Pulshac (Bellavista) y Shiracpunta (San Sebastián) cuentan con un aforo de 3.20l/s y 1.50l/s respectivamente, cubriendo la demanda poblacional con un $Q_m=0.56l/s$ (Bellavista) y $Q_m=0.24l/s$ (San Sebastián). El sistema de agua Potable de Bellavista cuenta con una presión máxima de 115 m.c.a (vivienda C-179),

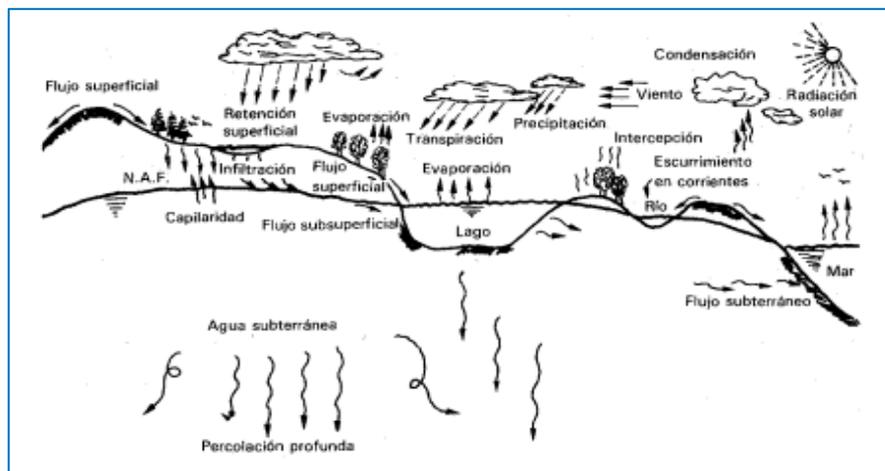
mientras que en San Sebastián la presión mayor es de 99.04 m.c.a. a (vivienda C-72). (Albarrán, 2019).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. El ciclo hidrológico

Este es el ciclo básico para entender los procesos que ocurren en la Tierra. Se requieren conocimientos multidisciplinarios. El ciclo del agua en la Tierra no tiene un punto de partida, pero lo que está claro es que se basa en todos los estados del agua, gases, líquidos y sólidos. Todas las condiciones existen en la naturaleza y todas son importantes desde la perspectiva de los recursos humanos. Lo que es más importante, considera la interacción entre los humanos y la naturaleza y el impacto que la naturaleza tiene en el ciclo del agua. (Bateman, 2007)

Figura 1. Ciclo hidrológico



Fuente: Fundamentos de hidrología de superficie (Aparicio, 1993), pg.17

2.2.2. Agua Potable

Es aquella que tiene propiedades físicas, químicas y microbiológicas que cumple con los estándares de calidad establecidos por la normativa vigente sobre este recurso y por lo tanto está aprobado para el consumo de la población sin efectos adversos. Para la salud. (Velandia, 2012)

Las características más relevantes son:

- Debe ser incolora, inodora e insípida.
- Debe ser limpia y fiable.
- No debe contener elementos suspendidos, contaminantes orgánicos y microorganismos patógenos. (García, 2009)

A. Calidad del Agua

La calidad del agua potable está relacionada con los tratamientos brindados previamente y también está relacionada con la salud del consumidor, porque, el agua puede presentar algunas irregularidades y estas definen si el agua está en condiciones adecuadas para el consumo. Sin embargo, para poder asegurar el consumo del agua tratada, es necesario realizar pruebas de calidad de agua, las cuales consisten en análisis físicos, químicos y bacteriológicos que nos entregarán resultados para comparar con las normativas vigentes de agua potable de cada ciudad o país. (Cárdenas & Patiño, 2010)

B. Eficiencia de un sistema de agua potable

La eficiencia de un sistema de agua potable se refiere a la capacidad de extraer, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, de manera eficiente y con un servicio continuo de total calidad, desde una fuente natural hasta los consumidores, cobrando tarifas justas por los servicios prestados y brindando a los clientes la atención que necesitan. En este sentido la eficiencia de un sistema de agua potable, se trata del uso óptimo de los recursos disponibles para brindar un servicio de calidad. (Comisión Nacional del Agua, 2012).

C. Dotación de agua potable

El conocimiento del consumo de agua de la población es muy importante en el diseño de la estructura de los sistemas de agua potable. Esto es muy importante ya que el estudio actual evaluará los componentes existentes y, por lo tanto, necesita saber cuál es el consumo de la

población, es decir, qué necesidades debe satisfacer las estructuras existentes. A través de los estudios realizados se han obtenido aproximaciones que proporcionan estimaciones cada vez más precisas del consumo de agua. Nuestros criterios se basan en parte en nuestra propia investigación y están respaldados por investigaciones en otros países, y se basan en el uso de la tierra, la región geográfica, el tipo de exposición a las excretas y, en otros casos, asigna un valor numérico para la asignación de agua teniendo en cuenta las características del entorno. Población. Expresado en litros/persona/día (Raveiro, 1980).

D. Indicadores de la eficiencia del servicio de agua potable

a) Cobertura de agua potable.

Referida a la proporción de la población que habita en la zona evaluada, que tiene acceso al servicio de agua potable, ya sea mediante una conexión domiciliaria o una pileta pública.

Un indicador cercano al 100 % significa que la mayor parte de la población cuenta con acceso al servicio de agua potable, por el contrario, si este indicador es bajo significa que buena parte de la población no cuenta con el servicio, lo cual repercute en la salud de la población. (Aliaga, 2011)

b) Cantidad de agua potable

Se refiere a la necesidad de las personas de obtener agua potable de acuerdo a las regulaciones para cubrir sus necesidades básicas como beber, cocinar, higiene personal, limpieza y lavandería. (García, 2009)

c) Oferta de agua

Una medida de calidad que representa el promedio ponderado del número de horas de servicio de agua potable proporcionadas por el proveedor al usuario por día; Eso significa que el suministro de agua debe ser continuo y permanente. Este indicador varía de 0 a 24 horas, Lo ideal es tener agua las 24 horas del día. la alimentación discontinua

o por horas genera inconvenientes como el almacenamiento forzado En el hogar, afecta la calidad del agua y puede causar problemas de Contaminación en la red de distribución. (Arriaga, 2011)

d) Costo

Salarios pagados por los usuarios de servicios de agua en localidades pequeñas. La tarifa debe cubrir al menos los siguientes costos: gestión, operación y mantenimiento de los servicios de atención de salud; gestión, operación y mantenimiento de servicios de salud; reposición de equipos, modernización de infraestructura, etc. (Arriaga, 2011)

e) Presión media del agua en la red de distribución

Esta es la presión de trabajar en casa. La presión excesiva reduce la vida útil de válvulas y grifos. Esta presión oficial debe ser de al menos 5 m.c.a. y hasta 60 m.c.a. (vivienda, construcción y saneamiento, 2018). Para determinar la presión, se realizará la medición del campo o se realizará el modelo de cálculo de la computadora.

f) Administración, operación y mantenimiento

Gestión: se refiere a la gestión del sistema de abastecimiento de agua potable por parte de la Junta de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado (JASS) u otro organismo responsable de la gestión, como autoridades locales y municipios. Operación y Mantenimiento: Determinado como bueno, regular o malo. Operaciones y mantenimiento proporcionados para servicio, administración de cerraduras, segregación o de otro modo relacionados con problemas de limpieza, desinfección y cloración del sistema, reparaciones, disponibilidad o disponibilidad para personas Operar herramientas, piezas y accesorios para reemplazo o reparación. Proteja sus activos y programe el mantenimiento anual. (CUIDADO) PERÚ; Gobierno Regional de Cajamarca, 2010)

g) Operación y mantenimiento preventivo en las tuberías de aducción y conducción

Los principales problemas en las tuberías de aducción y conducción ocurren debido a obstrucciones por material que llega desde la captación cuando no hay desarenador, planta de tratamiento o filtros. Además, se pueden presentar fallas por asentamiento o deslizamiento del suelo que los soporta; también por la presencia de aire, cuando la aducción es demasiado larga. Por último, se puede presentar rotura por debilitamiento de las tuberías, cuando quedan expuestas al ambiente, especialmente si son de plástico. Cuando las tuberías quedan expuestas, pueden igualmente ser objeto de vandalismo o de roturas por realización de trabajos u otros, para todo ello es importante como mantenimiento preventivo despejar el área adyacente a la tubería , realizar recorridos frecuentes en tramo, evitar que las tuberías estén expuestas al sol , detectar fugas filtraciones y roturas y reparar inmediatamente ,revisar las válvulas de aire o ventosas tengan un correcto funcionamiento y abrir periódicamente las válvulas de purga lentamente de esta forma se expulsara los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías . (CARE – AVINA, 2012)

h) Operación y mantenimiento preventivo en las tuberías de distribución

Debido a presiones elevadas los accesorios se reducen su tiempo de vida útil y estos tienen que ser cambiados es por ello que el operador tendrá que remplazar para que la red siga con su funcionamiento, las causas más frecuentes en las roturas o desinstalaciones es debido expansión, contracciones o desplazamiento de los suelos y también acciones de vandalismo. (CARE – AVINA, 2012)

E. Componentes del sistema de agua potable

a) Captación

La captación es el punto de partida del sistema agua potable, son obras hidráulicas para la captación de agua, para luego ser conducida y distribuida a la población. La demanda agua es un punto fundamental para calcular la cantidad necesaria para suministrar. Frecuentemente las captaciones están diseñadas de forma subterránea, pero puede ser muy caro, por lo que se hace a través de pozos profundos, galerías filtrantes y manantiales. Es una estructura hidráulica construida en el lugar elegido anteriormente como fuente de agua que permite recoger agua, ser conducido mediante el uso de tuberías de conducción hasta un tanque de almacenamiento o reservorio. (Jiménez, 2012)

Tipos de captación

Captación es el tipo de fuente, calidad del agua y/o cantidad de agua, cada proyecto tendrá características diferentes. Si la zona de captación está destinada a pequeños asentamientos, los arroyos tendrán caudales más bajos, este puede ser la Ladera o el Fondo. El "manantial" se transporta en un proceso hidrológico llamado esorrentía. (Agüero, 1997)

- Captación de manantial de ladera

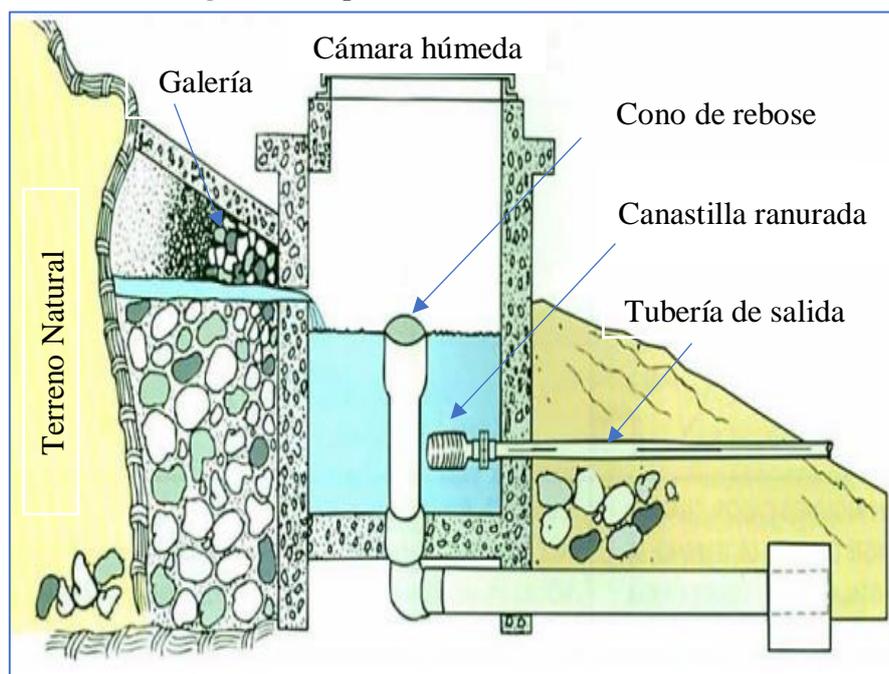
La captación de manantial permite la recogida de agua se fluye horizontalmente cuesta abajo. Se clasifican en manantiales concentrados. o manantiales difusos (CIPAF, 2011).

Tienen 4 componentes principales:

- **Cámara de protección:** es una estructura que protege de perturbaciones al caudal de agua que emerge del talud. La cámara de protección debe tener dimensiones y formas que se adapten a la ubicación de los taludes y permitan la captación del agua necesaria para el proyecto (MVCS, 2018).

- **Tuberías y accesorios:** deberán estar fabricados con materiales que sean inertes al contacto con el agua natural. Los diámetros se calcularán en función del caudal máximo diario. El diseño del receptor deberá incluir válvulas, accesorios, tubería de purga, tapa de desbordamiento y tapa de inspección cuando se instale con todas las medidas de protección sanitaria apropiadas y una canasta adicional al final de la manguera de suministro (MVCS, 2018).
- **Cámara de recolección de aguas:** para captación de bofedales, es importante e indispensable que la cámara de recolección se ubique fuera del terreno anegadizo y permita la recolección del agua de todas la toma (se puede construir más de un dren). (MVCS, 2018).
- **Protección perimetral:** permite que la captación se encuentre protegida para evitar la contaminación del flujo aguas. Debe contar canales que drenen la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por el escurrimiento de aguas superficiales.

Figura 2. Captación de manantial de ladera



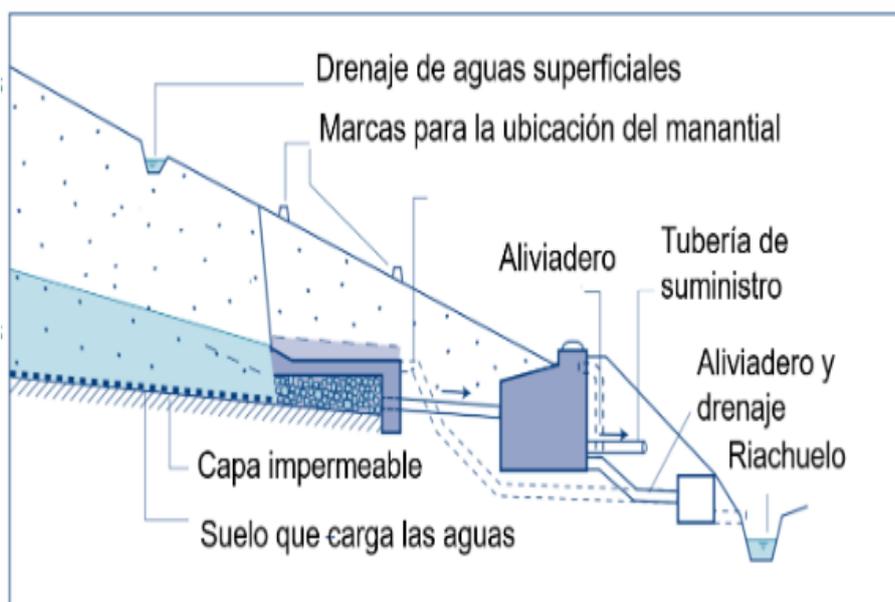
Fuente: CARE PERÚ 2001. Agua potable en zonas rurales, pg. 19

- Consideraciones de diseño

Como se ha dicho anteriormente, la etapa de diseño y construcción del sistema de captación de manantial debe realizarse con vital cuidado, ya que, una vez ejecutados los diferentes elementos, no habrá acceso al área de trabajo. Un error común en esta etapa puede provocar la falla del sistema de suministro de agua. La construcción del sistema de captación de manantial se divide en las siguientes etapas:

- Excavar en el punto del manantial
 - Construcción de la captación
 - Relleno posterior del sistema filtrante
 - Instalación de la tubería de suministro
 - Implementación de la cámara (caja, en algunos casos) del manantial
 - Relleno de la cobertura de tierra y finalización de la zona de protección
- (MEULI and WEHRLE 2001).

Figura 3. Diseño de una captación de ladera



Fuente: SMET and WIJK 2002, pg.160

- Criterios de diseño hidráulico y dimensionamiento

Para determinar la tasa de extracción de agua, se debe conocer el caudal máximo de la fuente de manera que el diámetro de entrada de la cámara húmeda sea suficiente

para capturar ese flujo o caudal. Conociendo el flujo, se puede diseñar la distancia desde el exterior a la cámara, el ancho de la pantalla, el área abierta y la altura de la cámara húmeda (MVCS, 2018).

- **Fórmulas para el diseño de la captación de ladera**

- **Diseño hidráulico y dimensionamiento.** Para dimensionar la captación, se debe conocer el caudal máximo de la fuente para que el diámetro de entrada de la cámara húmeda sea suficiente para capturar ese flujo o carga. Conociendo el caudal, el área de apertura se puede diseñar basándose en una velocidad de entrada y un coeficiente de contracción de apertura no demasiado altos. (MVCS, 2018).
- **Volumen.** Se tendrá que verificar (de 3 a 5 minutos el caudal de diseño)

$$Q * t = Vol \quad \text{Ec. 01. (MVCS, 2018)}$$

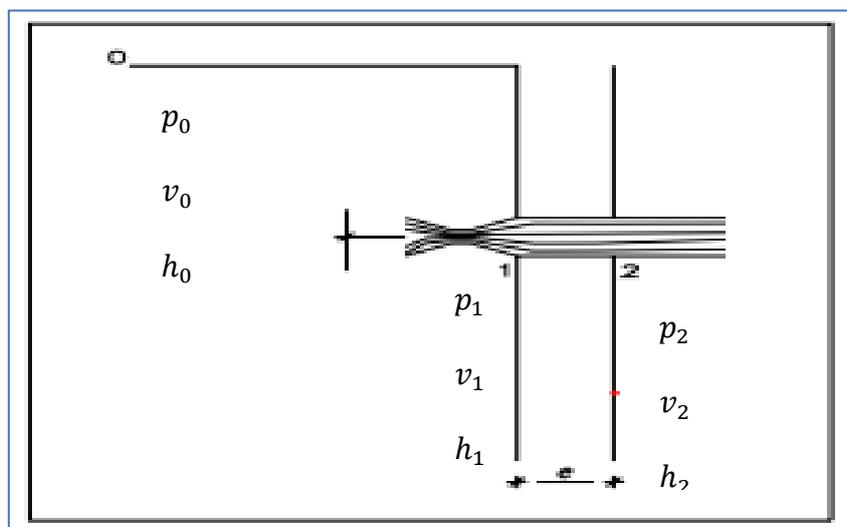
Donde:

Q = caudal de diseño (lts.)

t = tiempo de verificación (segundos)

$Vol.$ = Volumen que debe de tener la cámara húmeda

Figura 4. Flujo de agua en un orificio de pared gruesa



Fuente: Agüero 1997, pg. 39

- **Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.** Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. Según la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1, resulta:

$$\frac{p_0}{\rho} + h_0 + \frac{v_0^2}{2g} = \frac{p_1}{\rho} + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} \quad \text{Ec. 02. (MVCS, 2018)}$$

Considerando los valores P_0, V_0, P_1 y h_1 igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{v_1^2}{2g} \quad \text{Ec. 03. (MVCS, 2018)}$$

Donde:

h_0 = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomienda valores de 0,40 a 0,50 m.)

V_1 = Velocidad teórica en m/s.

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

$$Q_1 = Q_2$$

$$Cd \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Siendo $A_1 \times A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{Cd} \quad \text{Ec. 04. (MVCS, 2018)}$$

Donde:

V_2 = Velocidad de pase (se recomienda valores menores o iguales a 0,6 m/s).

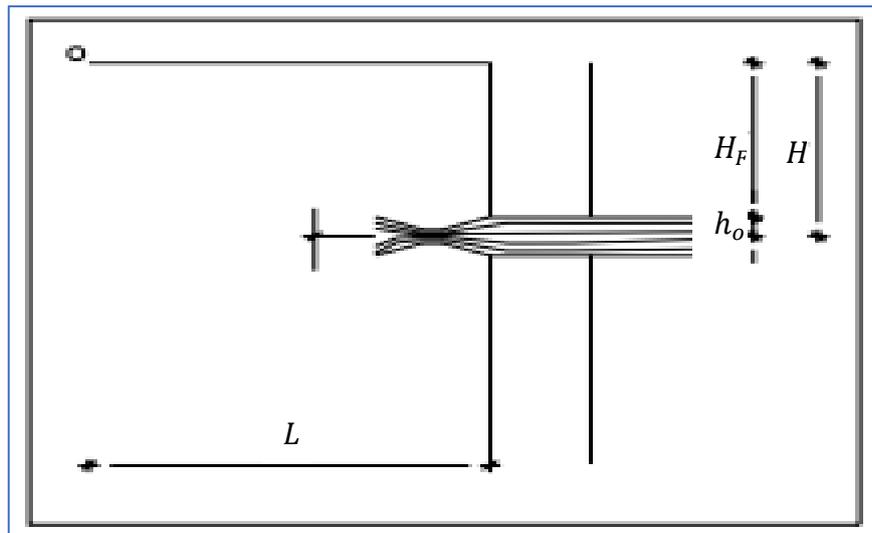
Cd = Coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume 0,8).

Reemplazando V_1 de la ecuación (2) en la ecuación (1), se tiene:

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{Cd} \quad \text{Ec. 05. (MVCS, 2018)}$$

h_0 es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5. Carga disponible y perdida de carga



Fuente: Agüero 1997, pg. 40

$$H = H_F + h_0$$

Donde:

H_f es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L).

$$H_f = H - h_0$$

$$H_f = 0.3 \times L$$

$$L = \frac{H_f}{0.3} \quad \text{Ec. 06. (MVCS, 2018)}$$

- **Determinación del ancho de la pantalla.** Se necesita conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde el afloramiento hacia la cámara húmeda.

$$Q_{max} = V_2 * C_d * A$$

$$A = \frac{Q_{max}}{V_2 * C_d} \quad \text{Ec. 07. (MVCS, 2018)}$$

Donde:

Q_{max} : caudal máximo de la fuente (l/s)

C_d : coeficiente de descarga (0.6 a 0.8)

g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

H: carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

- **Cálculo de la velocidad de paso teórica (m/s)**

$$V_{2t} = C_d * \sqrt{2gH} \quad \text{Ec. 08. (MVCS, 2018)}$$

La velocidad de paso se asume: $V_2 = 0.60$ m/s (con un valor máximo de 0.60m/s, a la entrada a la tubería)

También:

$$A = \sqrt{2gH} \quad \text{Ec. 09. (MVCS, 2018)}$$

Donde:

D: diámetro de la tubería de ingreso (m)

- **Cálculo del número de orificios en la pantalla**

$$N_{orif} = \frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

$$N_{orif} = \left(\frac{D_t}{D_a} \right)^2 + 1 \quad \text{Ec. 10. (MVCS, 2018)}$$

Una vez conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b):

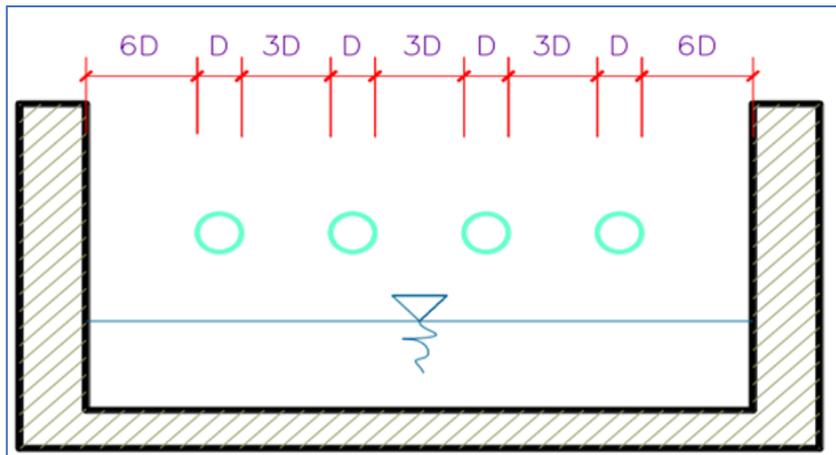
$$b = 2 \times (6D) + N_{ORIF} \times D + 3D \times (N_{ORIF} - 1) \quad \text{Ec. 11. (MVCS, 2018)}$$

Donde:

b = ancho de pantalla

D = Diámetro del orificio

Figura 6. Ancho de pantalla de la cámara húmeda.



Fuente: (MVCS, 2018)

- **Cálculo de la altura de la cámara.** La altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H_t = A + B + H + E$$

≥ Altura natural que alcanza el agua Ec. 12. (MVCS, 2018)

Donde:

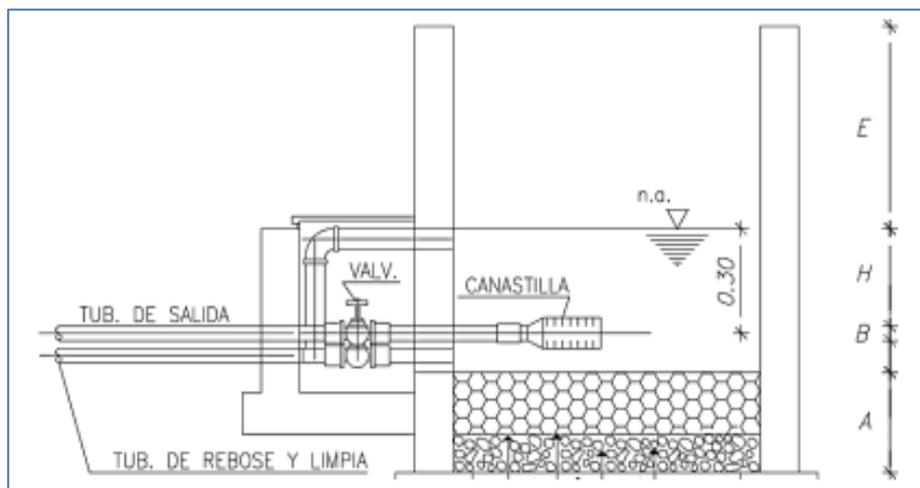
A: altura mínima para la sedimentación de arenas, mínimo = 10 cm

B: se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

E: borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).

H: altura sobre la canastilla.

Figura 7. Cálculo de la cámara húmeda.



Fuente: SMET and WIJK 2002, p.162

Para calcular la altura de la captación, necesitamos conocer la carga requerida para que el caudal de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. La carga requerida se determina haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$H = 1.58 * \frac{V^2}{2g} \quad \text{Ec. 13. (MVCS, 2018)}$$

Donde:

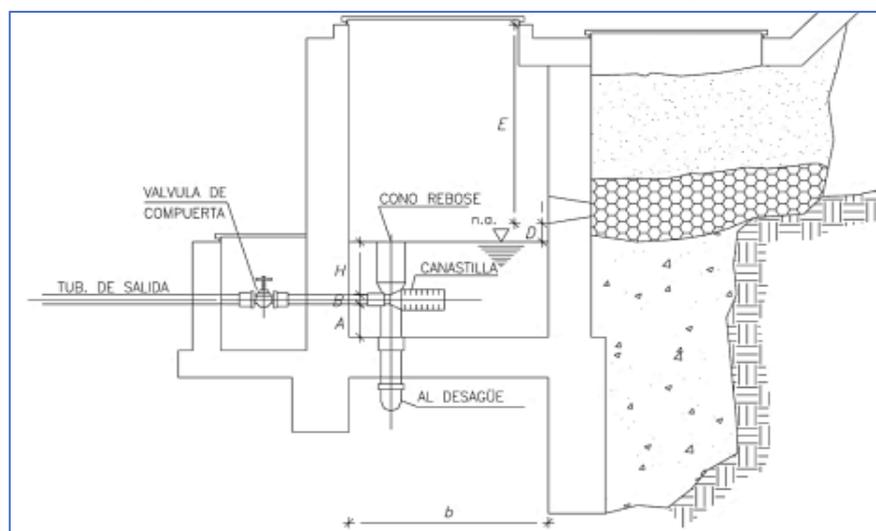
H = Carga requerida en m.

V: velocidad media en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s, se debe considerar la velocidad mínima recomendada para una línea de conducción.

g: Aceleración de la gravedad (9.81 kg/cm²)

Se recomienda una altura mínima de H = 5 cm, sobre la canastilla.

Figura 8. Perfil de la cámara húmeda y la captación

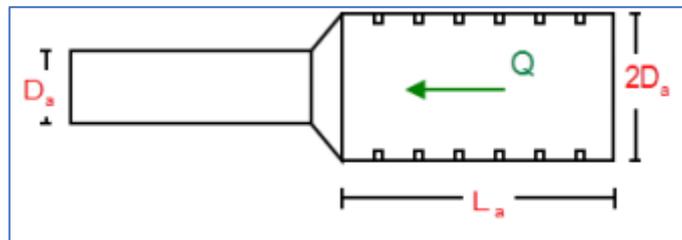


Fuente: SMET and WIJK 2002, p.163

- **Dimensiones de la canastilla.** Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos (2) veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c); el área total de ranuras (A_t) debe ser el

doble del área de la tubería que conforma la línea de conducción; además que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3Dc y menor de 6Dc

Figura 9. Dimensiones de la canastilla



Fuente: MVCS 2018, p. 66

- El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción
- Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a $3D_a$ y menor que $6D_a$:

$$- 3D_a < L_a < 6D_a$$

- Debemos determinar el área total de las ranuras (A_{TOTAL}):

$$- A_{TOTAL} = 2A$$

- El valor de A_{TOTAL} debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (A_g)

$$- A_g = 0,5 \times D_g \times L$$

- Determinar el número de ranuras:

$$N^{\circ}_{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} \quad \text{Ec. 14. (MVCS, 2018)}$$

- **Dimensiones de tubería de rebose y limpia.** En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para $C=140$).

$$D = 0.71 * \frac{Q^{0.38}}{S^{0.21}} \quad \text{Ec. 15. (MVCS, 2018)}$$

Donde:

D = Diámetro en pulgadas

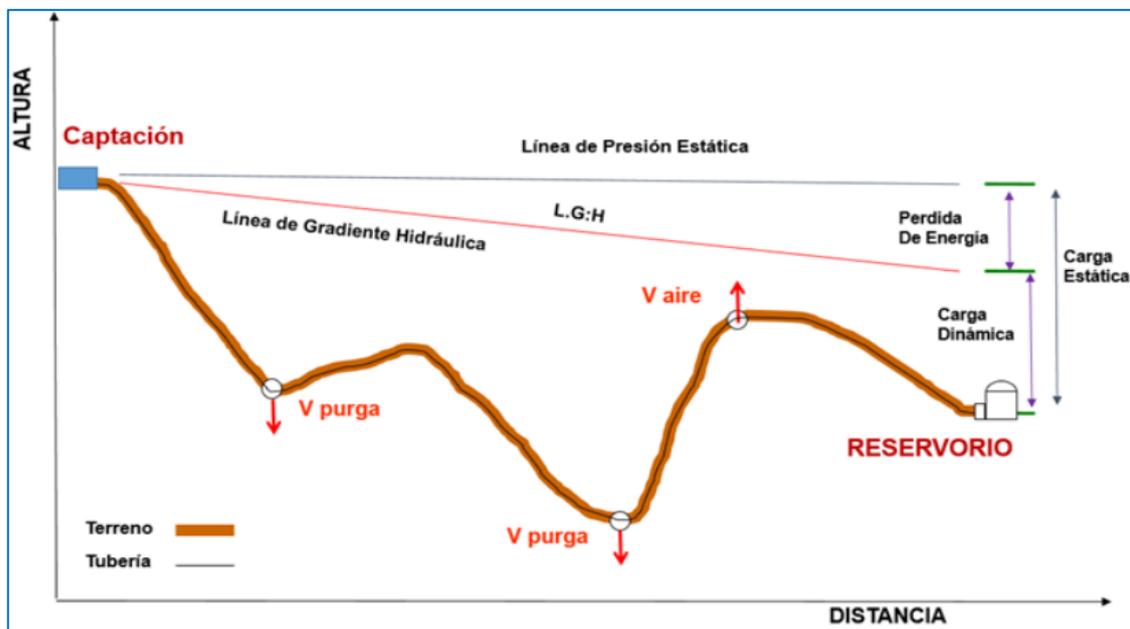
Q = Máximo caudal de la fuente en lps

S = Pérdida de carga unitaria en m/m.

F. Líneas de conducción por gravedad

Este es el camino que lleva el agua desde el punto de toma hasta el punto de Almacenamiento, generalmente un tanque de control pero en última instancia puede ser una planta de tratamiento o puede conducir directamente a una red de distribución donde el caudal principal corresponde al caudal mínimo horario. ., lo que hace innecesario el tanque de control. El caudal normal de diseño corresponde al caudal máximo diario. Finalmente, el caudal máximo horario se produce cuando hay agua disponible, y esta solución tiene sentido económico al comparar el costo adicional de una tubería de mayor diámetro y el ahorro de no construir un tanque. García (2009).

Figura 10. Esquema de una línea de conducción por gravedad.



Fuente: MVCS 2018, p.76

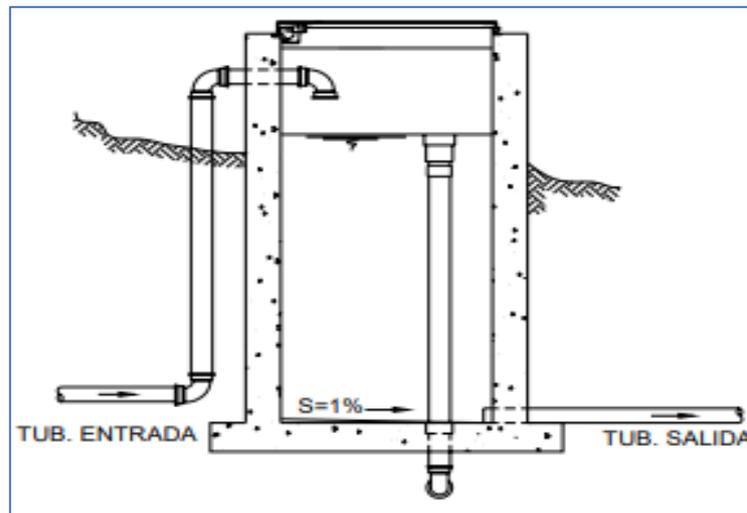
Un aspecto fundamental a considerar es la velocidad en el flujo, por lo que se recomienda no superar el valor mínimo de 0,30 m/s, para evitar la sedimentación de partículas que

arrastra el agua, y los valores máximos de 3 a 5 m/s para no provocar erosión ni daños en las paredes de la tubería. Sin embargo, en realidad existe una tendencia a no llegar a tales valores siendo los valores mínimos de 0,5 m/s y los valores máximos entre 2,1 y 2,5 m/s, a pesar de que en los casos en que existan grandes desniveles, velocidades máximas de hasta 3 m/s (CONAGUA, s.f.).

G. Cámaras o tanques rompe presión o rompe carga

Esta estructura es necesaria cuando existan fuertes desniveles entre la captación y otros puntos de la línea de conducción. Estos desniveles generan presiones por encima de las máximas que un tubo puede soportar. Se recomienda la instalación de cámaras de rotura presión por cada 50 m de desnivel existente y, además, la tubería de entrada debe estar por encima del nivel del agua (TIXE 2004a).

Figura 11. Cámara rompe presión tipo 6



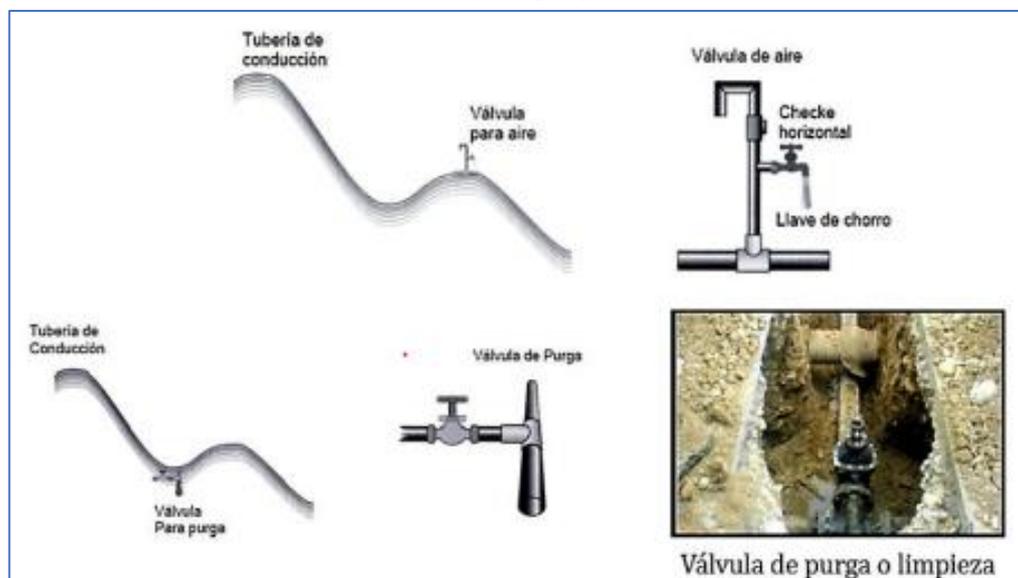
Fuente: TIXE 2004, p.8

H. Válvulas reguladoras de presión.

Con este tipo de válvula es posible reducir la presión máxima en la tubería para proteger los objetos instalados aguas abajo. Con su ayuda, puede mantener y controlar una presión constante. Funciona como una cámara de rompe presión, pero tiene la ventaja de que requiere menos espacio de instalación. A pesar de su alto costo, existe una tendencia que muestra cierta preferencia por este tipo de válvulas. (CARE/AVINA2012).

- I. Válvulas de aire o ventosas.** Estas válvulas permiten que escape el aire atrapado en la tubería, el cual impide que pase el flujo de agua. El aire a menudo se acumula en forma de bolsas de aire (en la parte superior de la tubería) lo que hace que cambie la velocidad del agua en la tubería. Esto sucede ya que el aire es más ligero que el agua, creando un tapón que no solo obstruye su camino, sino que también daña la tubería (CARE/AVINA 2012; TIXE 2004a).
- J. Válvulas de purga.** Son accesorios que te ayudan a desalojar o “purgar” el material que se acumula dentro de las tuberías, permitiendo la circulación normal del agua y descargar de la tubería las sustancias transportadas por el agua (suciedad, arena, piedras, etc.) tiende a depositarse en el fondo de la tubería, bloqueando la tubería y reduciendo el área de flujo de agua. Estos accesorios se colocan horizontalmente en estos puntos y se abren para descargar estos depósitos acumulados, para que la tubería se pueda limpiar de vez en cuando (CARE/AVINA 2012; TIXE 2004a).

Figura 12. Válvula de aire y de purga en línea de conducción.



Fuente: USAID 2016, p.26

- K. Tuberías.** Existen diferentes tipos de tuberías de agua en función de su uso. En cuanto al diámetro, varía en función de la cantidad de agua bombeada. Por ejemplo, el diámetro de las tuberías de la red principal puede ser de hasta 3,65 m, mientras que incluso las

tomas individuales dentro de la casa están hechas de pequeñas tuberías de hasta 12,7 mm de diámetro. Los materiales comúnmente utilizados para construir tuberías de agua incluyen cloruro de polivinilo (PVC), hierro fundido, cobre, acero y, en sistemas menos modernos, hormigón o arcilla cocida. Las conexiones entre los segmentos de tubería pueden ser de brida, boquilla, abrazadera o soldadas. (SCOTT 2018).

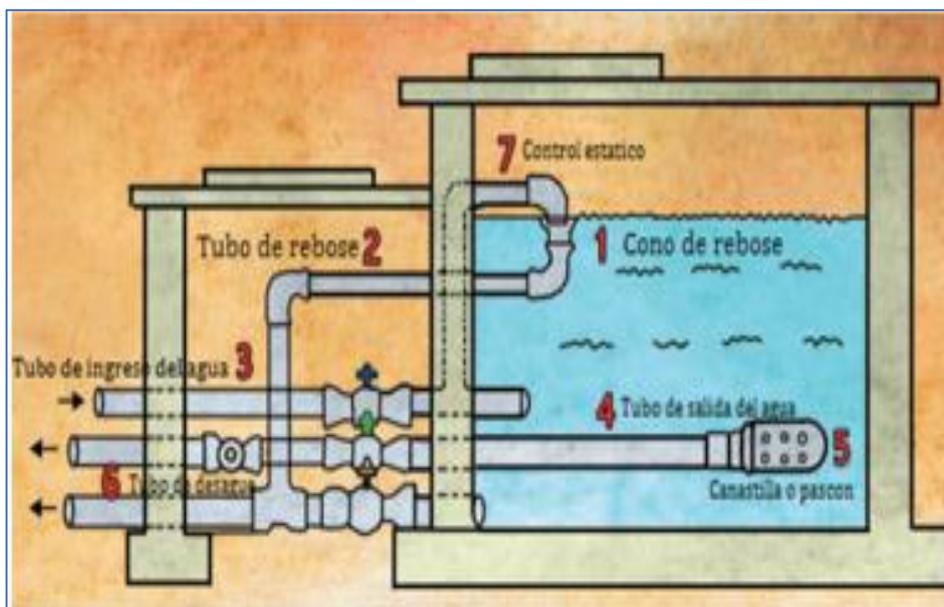
$$Q = V * A$$

$$D = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*V}} \quad \text{Ec. 16. (MVCS, 2018)}$$

- La velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente. *MVCS 2018, p 76*

L. Reservorio. El Reservorio o tanque de almacenamiento es un depósito de concreto armado que sirve para almacenar el agua y distribuirla a la población para su consumo. Este depósito permite que la población cuente con un servicio eficiente en las horas de máximo consumo. Además, sirve para dar un tratamiento básico al agua mediante su desinfección). (USAID 2016).

Figura 13. Reservorio o tanque de almacenamiento



Fuente: USAID 2016, pg. 30

a) Depósito de almacenamiento.

El tamaño o volumen del tanque dependerá de la demanda media de agua y frecuencia de suministro de agua a la población proveedora de agua. Tenga en cuenta que el tamaño del tanque afectará negativamente la calidad agua, porque el cloro residual ayuda a controlar el Tiempo de almacenamiento también afectará el sabor y el olor del agua. Mayor frecuencia del suministro de agua, mejor será la calidad del agua.

b) Tapa de acceso

Diseñada para la inspección, limpieza y mantenimiento del tanque. La tapa del depósito debe estar diseñada de tal manera que se pueda cerrarse con candado y asegurarse que entren personas sin autorización, también sirve para evitar la entrada de agua, insectos, etc.

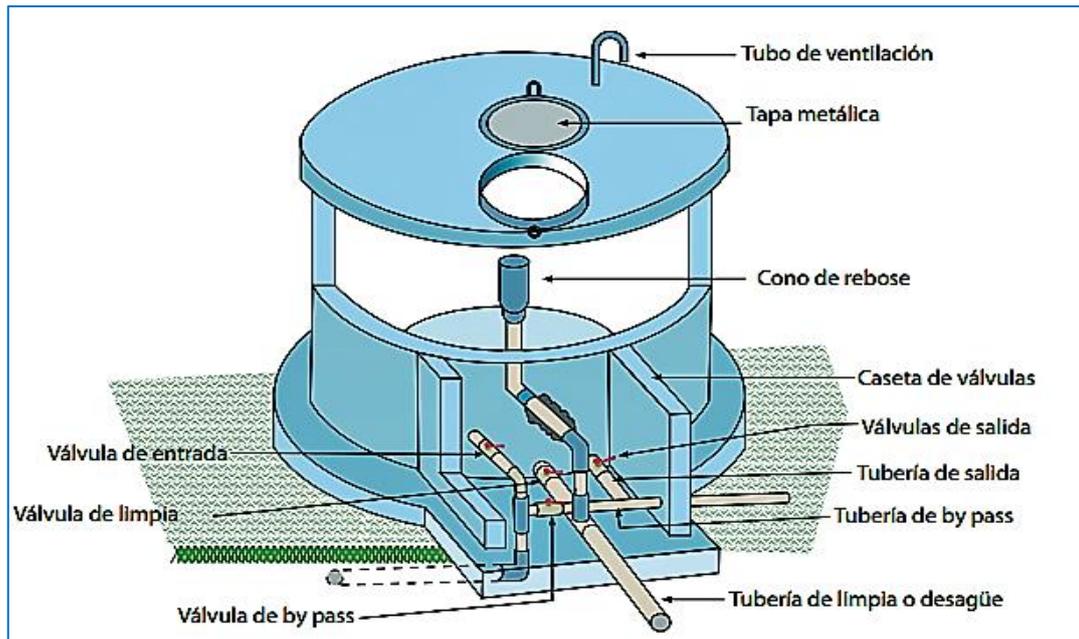
c) Conductos de ventilación

Estos deben terminar en una curva hacia abajo (ventilación de cuello de ganso) y debe cubrirse para evitar contaminantes o animales ingresen al reservorio.

d) Cámara de la válvula

Normalmente se puede cerrar con llave para evitar el mal uso de las válvulas de control de entrada, salida, drenaje y derivación. La posición de Instalación de la tubería de salida debe ser unos centímetros más alta que la parte inferior o en el fondo del tanque para evitar que los sedimentos entren en a la red distribución del agua (CARE/AVINA 2012; MCWS 2004)

Figura 14. Tanque de almacenamiento de agua potable



Fuente: GIZ2017, p.17

e) Volumen

Es recomendable considerar el 25% del volumen de caudal máximo diario (Q_{md}).

$$V.almace. = 0.25 * \frac{Q_{md} * 86400}{1000} \quad \text{Ec. 14. (Bardales, 2022, p. 38)}$$

El volumen y la ubicación de los reservorios son otros dos aspectos que debe tenerse en cuenta a la hora de diseñarlo correctamente. Para obtener el volumen se debe considerar el volumen que debe contener el tanque, además de lo siguiente: las variaciones en el consumo y suministro de agua, previsión de reservas para contingencias de la distribución, emergencias en los casos de incendios. Relacionado a posición, dependerá principalmente de la presión en el sistema, asegúrese Presión mínima en las casas más altas y control de presión máxima en zonas bajas. (AGÜERO, 1997)

f) Operación y mantenimiento en el reservorio

Todos los componentes (marcos, tuberías y otras piezas) deben ser inspeccionados, limpiados y desinfectados periódicamente al menos una vez al año. Estas actividades también deberán realizarse en caso de: cualquier trabajo de construcción, reparación

o mantenimiento del tanque; Si se produce una inundación en el área de un tanque enterrado; Si no se utiliza durante mucho tiempo; o si las pruebas de vigilancia detectan la presencia de bacterias (MCCS 2014; OMS 1996a).

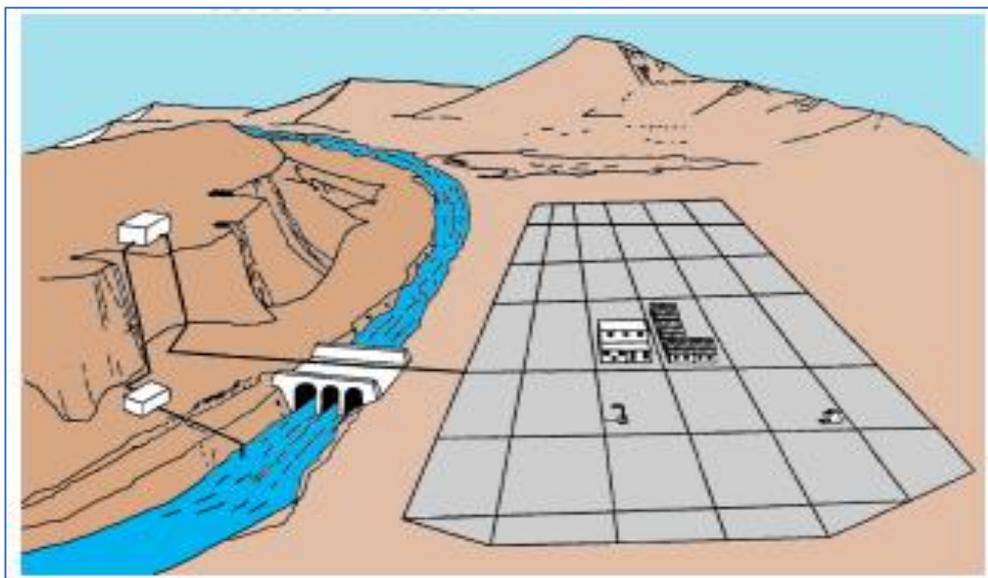
La tapa inspección del tanque de agua debe tener un borde elevado para evitar que entren impurezas en el tanque de agua bajo la lluvia. Además, el depósito de agua debe estar cerrado con candado para evitar que alguien use el agua del tanque con fines personales.

Como lavar o introducir objetos que pueden degradar la calidad del agua. En almacenes grandes, el operador debe tener una entrada de inspección cubierta. Los conductos de ventilación y derrames deben protegerse con redes de alambre para evitar la entrada de pequeños animales como ratones y murciélagos. (REINA, 1996).

M. Red de distribución

Es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua tratada hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias. (MVCS, 2018).

Figura 15. Red de distribución



Fuente: (MVCS, 2018)

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente

- Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario (Q_{mh}).

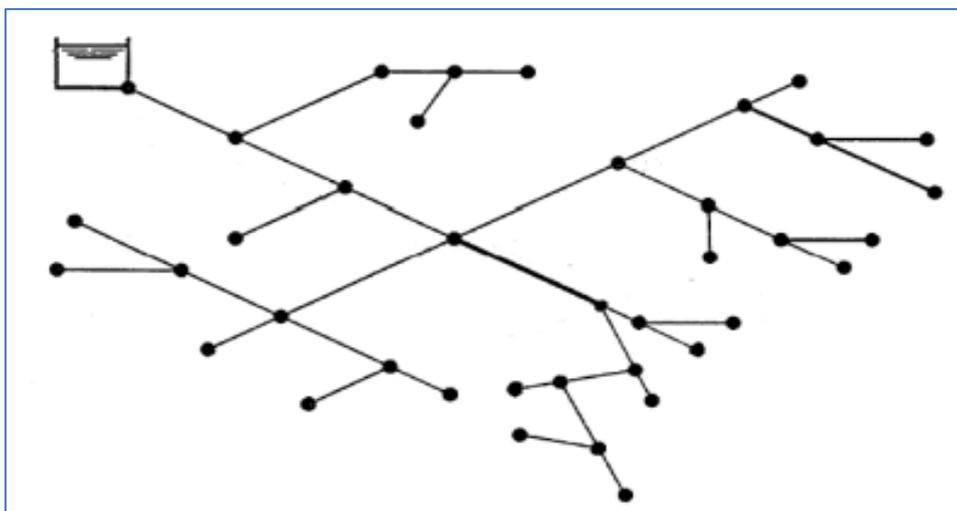
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de mm (1”), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm (¾”) para ramales.
- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.

Tipos de redes de distribución

a) Red abierta

Un sistema de alimentación abierto o ramal es un sistema en el que una serie de ramales comienzan desde la tubería principal y terminan en pequeñas mallas (puntos muertos o ciegos) similares a espinas de pescado. Este tipo de red se utiliza más comúnmente en zonas rurales donde la población crece linealmente. a lo largo de una carretera o río donde se ubica la red principal y del cual se separan las redes secundarias. La desventaja más común de este sistema es: al ser el flujo en un solo sentido, significa que una parte de grandes poblaciones pueden quedarse sin fluido eléctrica. Durante reparaciones o mantenimiento, porque el agua no circula a través de la zona muerta y permanece estacionaria, y los sabores y olores a menudo son indeseables cuando se instalan válvulas de ventilación para filtrar y prevenir la contaminación del agua. (USAID, 2016)

Figura 16. Red abierta o ramificada

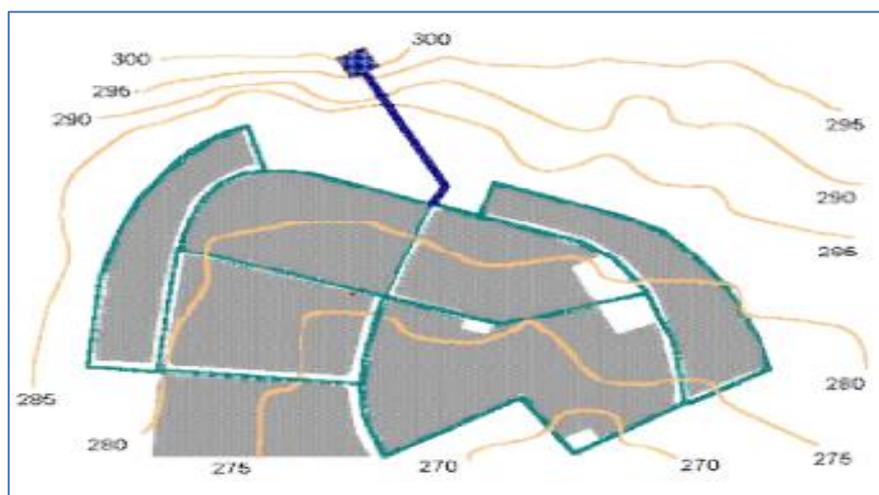


Fuente: Bermejo, 2015, pg. 5

b) Red cerrada o mallada

La principal característica de esta red es que tiene una cadena cerrada. El objetivo de este tipo de redes es poder suministrar agua a cada zona simultáneamente a través de varias tuberías, aumentando así la fiabilidad del suministro. La ventaja de este tipo de red es la seguridad operativa, pero la desventaja es que requiere grandes longitudes de tubería, lo que aumenta los costos. (Agüero, 1997).

Figura 17. Red ramificada



Fuente: Bermejo, 2015, pg. 6

c) Red mixta

Está claro que los sistemas híbridos también son posibles, es decir, tener una red que cubra el centro de la población y se extienda hasta las afueras. En una red híbrida, el distribuidor ciego solo se conecta cuando la red lo requiere, por ejemplo, puntos de aislamiento y fondos de saco. La longitud del aislamiento no debe exceder los 300 m. No podrán proporcionar agua a más de 200 familias. (AGÜERO 1997; AGUIRRE 2015; USAID 2016).

N. Variación de consumo

La cantidad de agua consumida varía a lo largo del año e incluso varía a lo largo del día. Por tanto, es importante calcular los caudales máximos diarios y horarios y calcular los coeficientes de variación diarios y horarios utilizando las mediciones en campo

correspondientes. La cantidad de agua utilizada en un período determinado depende de varios de estos factores. Debido al mal tiempo, escombros, fugas, falta de mediciones precisas (en micromedidores).

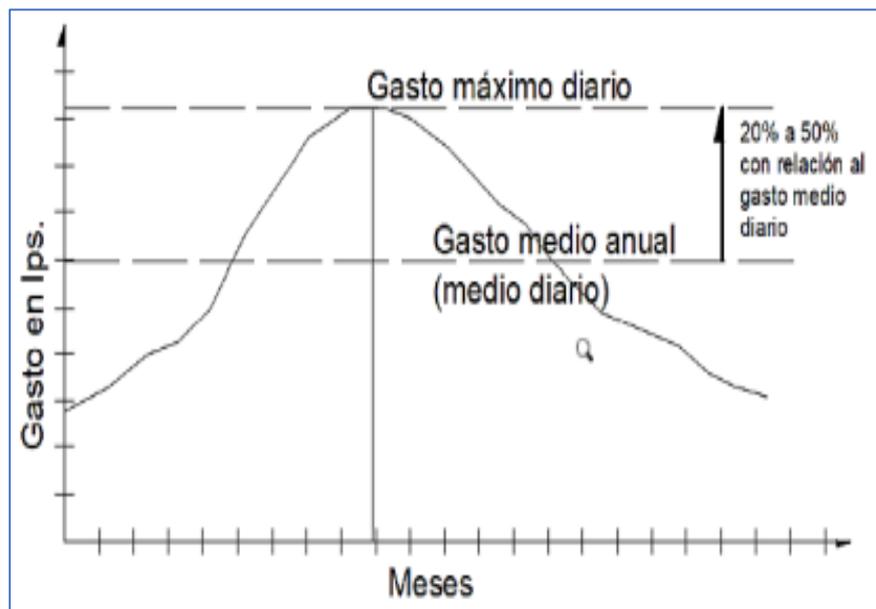
El consumo de agua durante la temporada más calurosa ha sido mayor en los últimos meses. La demanda varía de mes a mes dentro del mismo año. El consumo de agua varía ampliamente entre los diferentes grupos de población. Esto vale la pena saberlo porque en base a estos datos podemos diseñar los diferentes sistemas que componen el suministro de agua potable. (Rodríguez, 2001).

a) Variación diaria

Las variaciones diarias se expresan como coeficientes de gastos medios anuales. Depende de los cambios en la temperatura regional y la distribución de las precipitaciones, a esto se le llama coeficiente de variación diario y su valor se puede obtener estadísticamente.

El eje "x" representa los meses del año y el eje "y" representa las demandas o gastos. (Rodríguez, 2001).

Figura 18. Coeficiente de variación diaria



Fuente: Rodríguez (2001)

La determinación de estas variables en el sistema de agua es de vital importancia para el abastecimiento de agua y se determina por el coeficiente de máxima demanda horaria (K2) dado por:

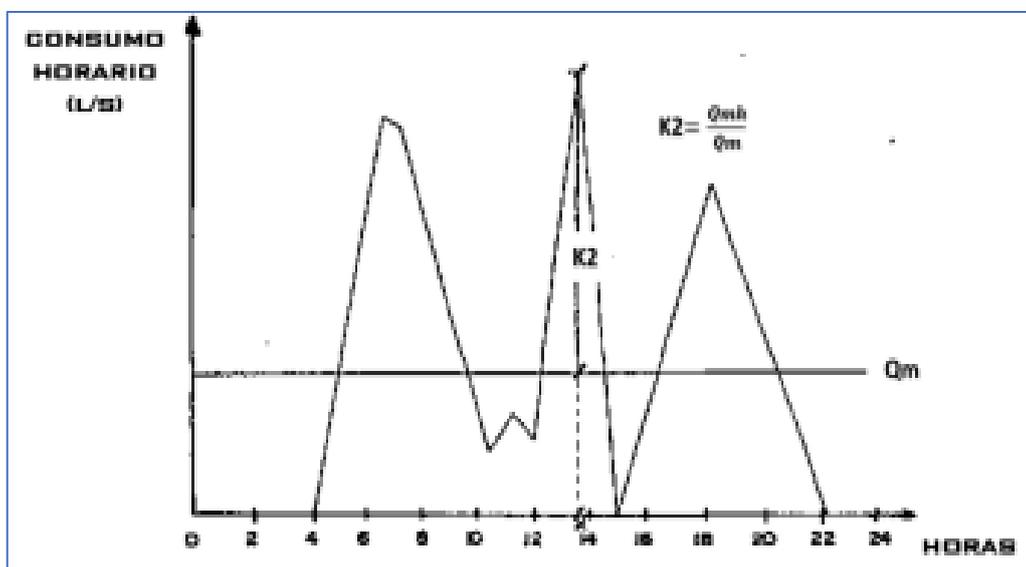
$$K1 = \frac{\text{Caudal maximo diario } Q_{md}}{\text{Caudal medio diario}(Q_m)} \quad \text{Ec. 15. (MVCS, 2018)}$$

- ✓ Según el (MVCS, 2018) para proyectos de inversión pública de agua y saneamiento recomienda utilizar $K_1 = 1.3$, para variación de consumo diaria.

O. Variación horaria

También hay una variación horaria en la ingesta máxima diaria de agua: las personas consumen agua las 24 horas del día, pero no de forma continua. En ocasiones su consumo máximo diario será mayor o menor, por lo que el Valor del Gasto debe aumentar para satisfacer las mayores necesidades del día, multiplicado por el coeficiente determinado (Rodríguez, 2001).

Figura 19. Gasto de consumo máximo horario



Fuente: (Agüero P. R., 1997), pg.43

La variación de consumo horario se presenta por la variable K2, que se expresa como la relación entre el caudal máximo horario de consumo sobre el caudal medio diario.

$$K2 = \frac{\text{Caudal maximo horario } Q_{mh}}{\text{Caudal medio horario } (Q_m)} \quad \text{Ec. 16. (MVCS, 2018)}$$

P. Parámetros hidráulicos

a) Población de diseño

Será la población actual, extraída de la información proporcionada por las autoridades locales, en relación con el censo de población y el censo de viviendas, teniendo en cuenta los criterios establecidos en el capítulo de Información Básica. (García, 2009).

b) Densidad poblacional

Es la relación entre la población total entre el número de viviendas habitadas por la población en estudio.

$$Densidad\ poblacional = \frac{poblacion\ actual}{número\ de\ viviendas} \quad Ec. 17. (MVCS, 2018)$$

c) Dotación de agua

La cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de cada miembro de la familia se define como una dotación. La dotación no es una cantidad fija, pero se ve afectado por una serie de factores que lo hacen casi característico de una comunidad; Sin embargo, estos factores se deben saber primero para calcular las diferentes partes de un proyecto. (MVCS, 2018).

Figura 20. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab/d)

REGION	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA ((l/hah.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO	CON ARRASTRE HIDRÁULICO
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente Adaptado de: (MVCS, 2018), pg.31.

Para el caso de piletas públicas se asume 30 l/hab.d. Para las instituciones educativas en zona rural debe emplearse la siguiente dotación:

Figura 21. Dotación de agua para centros educativos

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/ alumno. d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (sin residencia)	50

Fuente adaptado de: (MVCS, 2018), pg.31.

d) Caudal medio

Cantidad de agua requerida por un habitante en un día cualquiera del año de consumo promedio. (Rodríguez, 2001)

$$Q_m = \frac{P_d \times \text{Dot}}{86400} \quad \text{Ec. 18. (MVCS, 2018)}$$

Donde:

Q_m: Caudal medio diario L/s.

P_d: Población de diseño en habitantes (hab)

Dot: Dotación en l/hab/día

86400: Segundos que tiene un día

e) Caudal máximo diario

El caudal máximo horario representa el caudal en la hora de máximo consumo en el día que el consumo tiene su mayor valor. Se determina mediante registros horarios durante un periodo de un año. Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{md} = K_1 + Q_m \quad \text{Ec. 19. (Aguirre, 2015)}$$

Donde:

Q_{md}: Caudal máximo diario L/s.

K₁: Coeficiente de caudal máximo diario

Q_m: Caudal medio diario L/s.

f) Caudal máximo horario

El caudal máximo horario representa el caudal en la hora de máximo consumo en el día que el consumo tiene su mayor valor. Se determina mediante registros horarios durante un periodo de un año. Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_m \quad \text{Ec. 20. (Aguirre, 2015)}$$

Donde:

Q_{mh} : Caudal máximo horario L/s.

K_2 : Coeficiente de caudal máximo horario

Q_m : Caudal medio diario L/s.

Q. Elaboración de la simulación hidráulica

a) Aplicación de WaterCAD

Se define como un software que permite modelar sistemas de distribución e impulsión de fluidos presurizados para analizar efectos hidráulicos o sus dimensiones. Sus aplicaciones incluyen suministro de agua potable, distribución de agua en sistemas de riego, protección contra incendios y transporte de fluidos a diversas presiones. Actualmente existen diversos programas para modelar redes de agua: desde redes libres (como Loop y Epanet) hasta redes comerciales (como Mike Net, Pipe 2000, Sara, H2onet, WaterCAD, etc.). (Sánchez, 2013).

Cada uno se diferencia por el sistema operativo sobre el que trabajan (MS DOS, MS Windows, etc.). Por otro lado, se dispone de aplicaciones de los modelos matemáticos. Estas permiten las siguientes tareas:

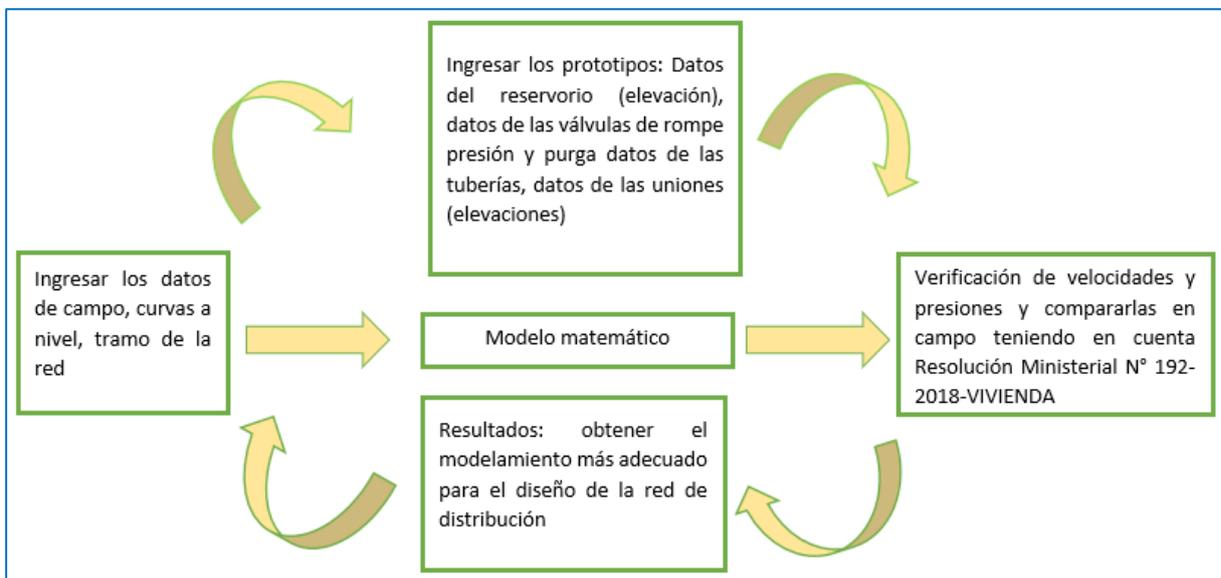
- Determinar el comportamiento hidráulico en sistemas industriales
- Analizar el estado de la red y detectar los problemas que se presenten
- Planificar mejoras para la red de distribución
- Mejorar las condiciones de operación de la red

- Determinar y controlar la cantidad de agua que llega

El software WaterCAD también permite determinar lo siguiente:

- Los flujos de agua en las tuberías, bombas y válvulas
- La presión en cada nudo
- La pérdida de carga total
- Diámetros optimizados
- Calibrar nuestro modelo a partir de los datos de campo
- Determinar los flujos de agua en las tuberías, bombas y válvulas
- Analizar cualquier tipo de red ya sea para sistemas abiertos (ramales abiertos, parrillas) y sistemas cerrados (mallas).
- Analizar cualquier tipo de fluido de agua, sea para riego, agua caliente o agua contraincendios.

Figura 22. Diagrama de flujo para el procesamiento de WaterCAD



2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Abastecimiento de agua.** Este sistema es fundamental para garantizar un suministro adecuado de agua potable tanto en hogares urbanos como rurales.

- **Aforo por el método volumétrico:** Es una operación crucial de detección del flujo de fuentes naturales de agua, capaz de recolectar agua de laderas, manantiales, ríos, y otras fuentes similares.
- **Caudales en la red de distribución:** Estos son los volúmenes de agua que se distribuyen en la red de tuberías hacia cada hogar, basados en el caudal medio horario (Qmh).
- **Cobertura de Agua potable:** Se refiere a un registro de los habitantes dentro de una jurisdicción determinada que tienen acceso a agua potable a través de conexiones domiciliarias o fuentes públicas. (SUNASS, 2021, p.02).
- **Continuidad del Servicio:** Representa el promedio de horas diarias de suministro ininterrumpido de agua potable a la población. Este índice puede variar de 0 a 24 horas. (SUNASS, 2021, p.03).
- **Dotación:** Es la cantidad de agua que consume cada individuo en un día para satisfacer sus necesidades, expresada en litros por habitante por día.
- **Importancia del agua Potable:** La disponibilidad de agua potable es crucial para la supervivencia humana, ya que es el líquido más esencial para la vida y ayuda a prevenir la propagación de enfermedades.
- **Modelación hidráulica:** Es una herramienta de cálculo que utiliza métodos técnicos y económicos para diseñar infraestructuras de abastecimiento de agua potable.
- **Oferta:** Es la cantidad de agua disponible en fuentes naturales que puede ser captada y utilizada para abastecer a la población.
- **Población rural:** Son aquellos que residen fuera de áreas urbanas y están dispersos en zonas rurales.

- **Presión dinámica:** Es la presión generada durante el funcionamiento de un sistema, calculada como la diferencia entre la carga estática y las pérdidas de energía. (CEPIS, 2004).
- **Presión estática:** Representa la máxima carga que puede soportar una tubería cuando no hay flujo de líquido, y determina la presión de trabajo del sistema. (CEPIS, 2004).
- **Velocidad:** Es el cambio en la posición de un objeto en relación con el tiempo.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Materiales

Los instrumentos manuales para el aforo de agua se utilizaron; cronómetro, un recipiente de 8.00 litros, para medir dimensiones y coordenadas de los componentes del sistema de agua potable se empleó: libreta de apuntes, wincha de mano, GPS, cámara fotográfica, manómetro y en gabinete se utilizó los siguientes softwares: AutoCAD Civil 3D – 2023, Microsoft Office 2016, Microsoft Excel 2016, QGIS y WaterCAD V8i.

3.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se desarrollará en el ámbito rural del sistema de agua potable de la localidad del Guayo, como se indica en la siguiente ubicación geográfica:

- ✓ Localidad: Guayo
- ✓ Distrito: Contumazá
- ✓ Provincia: Contumazá
- ✓ Departamento: Cajamarca

Figura 23. Mapa Geográfico del Perú

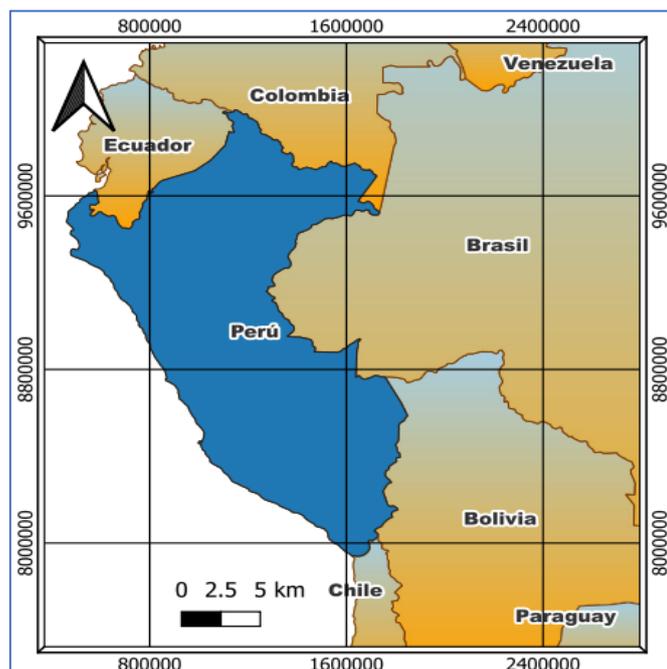


Figura 24. Mapa Departamental, Provincial y Distrital

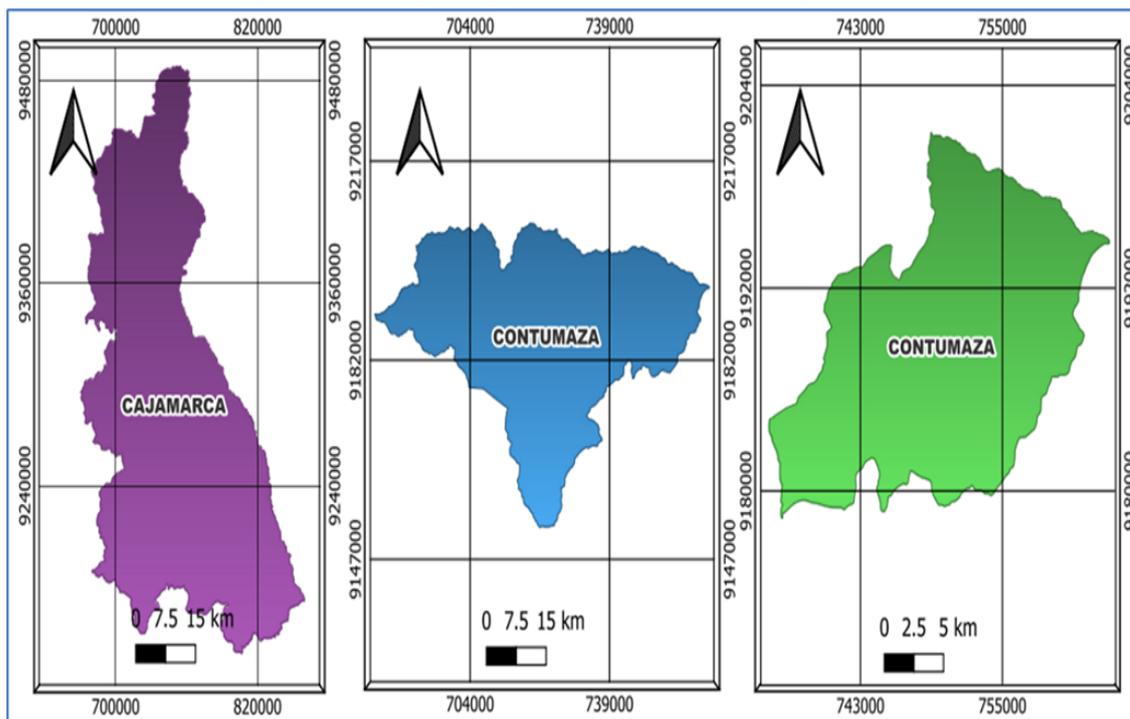


Figura 25. Mapa de la Localidad del Guayo



3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.3.1. Ubicación

La localidad del Guayo se encuentra en el distrito de Contumazá provincia de Contumazá y departamento de Cajamarca. Limita al sur con el río Guayomayo y el río Jequetepeque, por el norte con el caserío la Shaihua, por el Este con la localidad de Santamaria y por Oeste la hacienda Chuquitucto

3.3.2. Características geográficas

El centro de la localidad del Guayo como se muestra en el mapa de ubicación se encuentra en coordenadas UTM: 766632.00 E, 91933336.00 N, y a una altitud de 1562 m.s.n.m.

3.3.3. Extensión territorial

La localidad del Guayo ocupa una superficie de 6.63km², representando un 0.32% de toda el área de la provincia de Contumazá.

3.3.4. Vías de acceso

El acceso al Caserío del Guayo desde la Ciudad de Cajamarca es mediante la carretera de penetración a la Sierra Cajamarquina hasta el cruce al distrito de Asunción en el centro poblado Choropampa, con un recorrido de 48 Km de carretera asfaltada; luego se continúa por la carretera a Asunción hasta el cruce al Guayo ubicado al costado del puente en el río alto Jequetepeque, con un recorrido de 2 Km de carretera asfaltada; y mediante una trocha carrozable de 2 km de recorrido se llega al caserío el Guayo; la duración del viaje promedio es de 02 hora con 30 minutos. El acceso al caserío el Guayo se realiza en vehículos privados, igualmente de transporte masivo de pasajeros, el ingreso de transporte de carga pequeña, mediana y pesada se realiza por la producción del caserío.

Tramo	Longitud	Horas de recorrido	Medio de transporte	Tipo de vía	Frecuencia
Cajamarca - cruce Asunción Choropampa	4km	90 minutos	Vehicular	Carretera asfaltada	Permanente
Cruce asunción - puente río alto Jequetepeque	2.5km	8 minutos	Vehicular	Carretera asfaltada	Permanente
Cruce puente del río alto Jequetepeque - El Guayo	2km	30 minutos	Vehicular	Trocha carrozable	Permanente

3.3.5. Población

El distrito de Contumazá mediante los censos realizados por el INEI presenta la siguiente población con una tasa de crecimiento de 0.56%

Población en el año 2007	3221
Población en el año 2017	3401
Periodo intercensal (años)	10

Fuente: INEI Censo 2007 y 2017

La localidad del Guayo en la actualidad cuenta con 98 familias de las cuales 93 disponen con el servicio de agua potable y el resto están a la espera de una ampliación para contar con agua en sus viviendas, mientras tanto de una u otra manera se las ingenian para abastecerse y satisfacer sus necesidades.

3.3.6. Situación económica

A. Fuente de ingreso

En el caserío el Guayo la principal fuente de ingreso es la agricultura dedicándose a la siembra de árboles frutales predominando la uva; aproximadamente un 5% de la población se dedica al comercio y un 2 % a la ganadería criando principalmente ganado caprino y aves.

B. Instituciones

La localidad del Guayo cuenta con las siguientes instituciones

- ✓ Institución Educativa Primaria.
- ✓ Institución Educativa Inicial
- ✓ Casa de Rondas

3.4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La investigación se encuentra dentro del nivel descriptivo no experimental, descriptivo debido a que se evaluara cada componente que conforman el sistema, se describirá el estado en que se encuentra y si su diseño de todo el sistema es el idóneo, en el procedimiento se describe la manera como se evaluara todos sus componentes de la red.

3.5. PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En este estudio, se procederá a identificar y examinar cada componente del sistema de suministro de agua potable en la localidad del Guayo. Se estimará el caudal real de consumo a través de mediciones realizadas en el reservorio, lo que permitirá evaluar hidráulicamente cada componente del sistema y determinar si las dimensiones son apropiadas o no. Además, no enfocaremos en conocer su operación y mantenimiento de sus estructuras.

3.5.1. Reconocimiento y descripción del estado actual del Sistema de Agua Potable de la localidad del Guayo

A. Captación

Durante las visitas de campo se examinó el estado actual de conservación de las estructuras que componen la captación, como la zona de afloramiento, cámara húmeda, cámara seca y

cercos perimétricos. Dependiendo de su condición, se determinará la necesidad de realizar actividades de mantenimiento en válvulas, tuberías, etc.

B. Conducción

Con la colaboración del presidente de la JASS, se llevó a cabo un recorrido a lo largo de toda la línea de conducción, desde la captación hasta el reservorio. Durante este recorrido se verificó la existencia de fugas, roturas o desconexiones en la tubería, así como la cantidad de válvulas de aire y purga presentes en la conducción.

C. Reservorio

Se evaluó el estado actual del reservorio para verificar su funcionamiento, si existen algunas grietas o fisuras, si su diseño hidráulico es adecuado, verificar el funcionamiento de la caseta de cloración y determinar si los accesorios en la cámara de válvulas están en buen estado o requieren reemplazo.

D. Red de distribución

Con el permiso de algunos usuarios, se verificó las conexiones domiciliarias en la localidad, para inspeccionar las válvulas, piletas accesorios hidráulicos, etc. También se procedió a sensibilizar mediante datos puntuales sobre la importancia del cuidado del agua y su cuidado respectivo.

Se obtuvo permiso de algunos usuarios para inspeccionar las conexiones domiciliarias en la localidad, con el objetivo de realizar mediciones de presiones, también verificar el estado de las válvulas, piletas, y otros accesorios hidráulicos. Además, se llevó a cabo una campaña de sensibilización sobre la importancia del cuidado del agua y su uso responsable.

3.5.2. Evaluación de los componentes del sistema de agua potable de la localidad del

Guayo

A. Captación

- Se realizó 4 aforos de la fuente mediante el método volumétrico para determinar la cantidad de agua que oferta el manantial. El primer aforo se realizó el 12 de marzo a las 7AM obteniendo un caudal de 0.959 l/s, el segundo aforo se realizó el 15 de abril a las 7.20 AM obteniendo un caudal de 0.903 l/s, el tercer aforo se realizó el 17 de julio a las 7.12 AM obteniendo un caudal de 0.584 l/s y el ultimo aforo se realizó el 27 de agosto a las 7.35 AM obteniendo un caudal de 0.582 l/s. Es decir, los aforos se realizaron en la época de lluvia y también de estiaje siendo los más importantes para la evaluación correspondiente el caudal máximo de la fuente y el caudal mínimo respectivamente.
- Con el caudal aforado en épocas de lluvia se evaluó la longitud entre el afloramiento y la cámara húmeda, diámetro de los orificios, el ancho de pantalla y la altura de la cámara húmeda.
- Con el caudal aforado en épocas de sequía se pudo determinar que la oferta es mayor a la demanda en un 24.14 %, sabiendo que la oferta es de 0.582 l/s en épocas de estiaje y el consumo promedio de la localidad del Guayo determinado mediante mediciones en campo es de 0.44 l/s.
- Las dimensiones de campo de la cámara húmeda nos servirán para determinar el volumen de retención de la misma según el MVCS (2018) tendría que estar entre (3-5 minutos).

Foto 1. Visita a la captación peña caída



B. Conducción

- Conociendo el caudal de diseño (Q_{md}) y las velocidades recomendables por la normativa actual (0.60 m/s – 3.00 m/s) se procede a verificar el diámetro de la línea de conducción.
- Después de medir el caudal real de consumo y conociendo el flujo de diseño, las velocidades máximas y mínimas establecidas según el MVCS (2018) se pudo calcular los diámetros máximos y mínimos a utilizar para la línea de conducción. Este proceso de dimensionamiento resulta valioso para comparar con el diámetro de la tubería instalada en el terreno.

C. Reservorio

El tamaño del reservorio rectangular se calculará considerando el 25% del caudal máximo diario (Q_{md}), y posteriormente se verificará este cálculo con las dimensiones reales de la estructura construida.

Dado que la localidad del Guayo no dispone de micromedidores, será necesario emplear otra metodología para determinar los caudales de consumo reales (como el caudal medio, el caudal máximo horario y el caudal máximo diario), y a partir de estos valores calcular los coeficientes de variación de consumo real (K_1 , K_2 y K_3) para dicha localidad.

El método empleado para determinar el consumo real de la localidad antes mencionada se realizará mediante medición de niveles de agua en el reservorio en intervalos de 1 hora durante todo el día. Como detallamos a continuación.

- Se llevarán a cabo mediciones del nivel de agua que desciende en intervalos de una hora, desde las 5:30 a.m. hasta las 8 p.m., durante un período de dos meses, desde el 17 de abril de 2023 hasta el 4 de junio de 2023.
- Durante cada intervalo de tiempo, se registrarán los niveles de descenso en una libreta de apuntes, los cuales posteriormente serán digitalizados.
- Utilizando los datos de descenso y las dimensiones interiores del reservorio, se calculará el volumen de agua consumido por la población durante cada hora del día.
- Una vez que se hayan obtenido los caudales (Q_m , Q_{md} y Q_{mh}), se procederá a calcular la variación del consumo real (K_1 , K_2 y K_3) para la localidad del Guayo.
- Los coeficientes de variación (K_1 , K_2 y K_3) utilizados para la elaboración de documentos técnicos relacionados con sistemas de agua potable u otras actividades similares, generalmente se derivan de decisiones ministeriales actuales. Sin embargo, en este estudio, estos coeficientes serán determinados según el consumo específico de la localidad.

Foto 2. Visita al reservorio de la localidad del Guayo



D. Red de distribución

El trabajo de campo implica una medición en el horario de máximo consumo la presión dinámica en las conexiones domiciliarias. Para lograrlo, se utilizará un manómetro que pueda adaptarse al grifo de cada vivienda.

3.5.3. Operación y mantenimiento del Sistema de Agua Potable del Guayo

Se llevó a cabo una investigación acerca del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable en la localidad del Guayo. Se tomó en cuenta que el sistema funciona por gravedad y no requiere de personal permanente ni capacitado, como en el caso de los sistemas de bombeo de agua. Asimismo, se indagó acerca de quién asume la responsabilidad de llevar a cabo el mantenimiento de cada estructura del sistema, en qué condiciones se encuentran y con qué frecuencia se realizan dichas tareas. Se plantearon algunas preguntas específicas al presidente de la JASS, las cuales se detallan a continuación.

Preguntas para evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la localidad del Guayo
¿Cuántos años viene funcionando el sistema?
¿Con cuanta frecuencia se presenta desconexiones, rupturas, u otro tipo de inconvenientes en la red?
¿Cuánto es la cuota por el servicio del agua?
¿Con que frecuencia se realiza los mantenimientos pertinentes del sistema de agua potable?
¿cuántos no pagan la cuota por el servicio brindado?
¿los usuarios participan en su plan de mantenimiento?
¿En el caso de rupturas, desconexiones u otros daños quien o quienes se encargan de darle solución, son remunerados estos servicios?
¿cuentan con las herramientas pertinentes para su operación o mantenimiento?

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1.1. Reconocimiento e identificación de los componentes del sistema de agua de la localidad del Guayo

A) Captación

El sistema que provee agua potable a la localidad del Guayo recoge el agua que emerge del manantial conocido como "La Peña Caída", situado en el margen derecho, aguas abajo del río Guayomayo.

Las coordenadas geográficas de la captación de manantial son UTM 9190103.410 N, 765296.036 E, con una altitud de 1783.80 metros sobre el nivel del mar.

- **Zona de afloramiento**

Esta área está mayormente cubierta por rocas redondeadas que funcionan como filtro.

- **Cámara húmeda**

La cámara húmeda está equipada con una canastilla de 3 pulgadas y un cono de rebose de igual diámetro. Aunque estas estructuras están en buenas condiciones, la canastilla se encuentra instalada a 4 cm del nivel del piso terminado, lo cual está por debajo del mínimo recomendado por el MVCS (2018) de 10 cm para prevenir la succión de partículas en suspensión.

La captación está situada en el margen derecho, aguas abajo del río Guayomayo, al pie del cerro conocido como "Peña Caída", del cual toma su nombre. El cerro recibe este nombre debido a que constantemente se desprenden rocas fracturadas de su superficie, representando un riesgo para la captación, ya que podrían tajarla.

En la actualidad, la captación se encuentra en estado de abandono, rodeada de maleza.

No cuenta con una zanja de coronación ni con un muro de contención que evite el

desprendimiento de rocas, lo que podría provocar daños a la estructura e incluso tajarla por completo.

Foto 3. Captación peña caída



B) Conducción

La tubería de conducción está completamente enterrada y, según lo informado por el presidente de la JASS, se encuentra en un estado óptimo. La tubería está fabricada con PVC-C10 de 1 ½" de diámetro y tiene una longitud aproximada de 1711.11 metros. Dentro de la línea de conducción se encuentran dos pasos, y a continuación se proporciona información detallada sobre el estado actual de cada uno de ellos.

- **Pase aéreo**

Los pasos aéreos consisten en estructuras formadas por dos columnas de concreto armado en cada lado. En la ubicación de la progresiva 0+519.61, el paso aéreo está en condiciones satisfactorias; el cable principal, hecho de acero, está anclado en extremos de dados de concreto, mientras que las péndolas, separadas por un metro, están hechas de alambre galvanizado. Este paso aéreo tiene una longitud de 60 metros y utiliza tubería de HDPE SDR11 para el transporte del agua.

Por otro lado, en la ubicación de la progresiva 1+202.88, el paso aéreo está en mal estado ya que carece de cable principal y péndolas para sostener la tubería de HDPE SDR11. Como resultado, la tubería forma una curva excesiva debido al peso del agua, lo que causa desconexiones en los extremos.

Foto 4. Pase aéreo en la línea de conducción diámetro 1 ½” progresiva 0+519.61



Foto 5. Pase aéreo en la línea de conducción diámetro 1 ½” progresiva 1+202.88



C) Reservorio

El reservorio de agua de la localidad del Guayo está situado en las siguientes coordenadas UTM, zona 17S, E: 766 295,73 N: 9 191 408,03, a una altitud de 1.744.000 metros sobre el nivel del mar. Se trata de un tanque rectangular de concreto armado con una capacidad de 10 metros cúbicos. No está equipado con una escalera gato para facilitar su mantenimiento. Actualmente, se encuentra en condiciones favorables ya que no presenta fisuras o grietas, y su tubería de ventilación está intacta. La pintura en la superficie del tanque aún conserva su color de manera notable.

La caseta de válvulas está equipada con una tapa sanitaria en buen estado y los accesorios sanitarios son de PVC de clase pesada. Las válvulas, de bronce, están en condiciones aceptables. Sin embargo, la caseta de cloración no está operativa, lo que indica que el agua no está siendo tratada con cloro.

Foto 6. Reservorio rectangular de 10 metros cúbicos



K

D) Red de distribución

Se llevó a cabo la inspección de las 93 conexiones domiciliarias en la localidad. Según las observaciones realizadas, los residentes no muestran una actitud favorable hacia la conservación del agua, ya que la utilizan de manera irresponsable y desmedida. En la parte alta de la localidad, los residentes no cuentan con horarios establecidos para el riego de sus huertos, por lo que recurren al uso del agua del sistema. Además, aquellos que poseen vehículos también aprovechan el agua del sistema para lavarlos. Esta situación se debe a la falta de medidores de agua, lo que impide que los consumidores paguen de acuerdo con su consumo real, resultando en tarifas demasiado bajas.

La red de distribución es de tipo abierto y consta de tuberías con diámetros de 1 1/2", 1" y 3/4".

4.1.2. Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Localidad del Guayo

A. Captación

La captación peña caída está construida en forma de galería con un techo de concreto armado, su longitud de afloramiento a la cámara húmeda calculado es de 1.43m.

Foto 7. Captación de ladera llamada peña caída



Foto 8. Vista en el interior de la captación tipo galería



B. Aforo del manantial

Para determinar la cantidad de agua que es capaz de rendir la fuente se realizó un aforo mediante el método volumétrico, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 1. Aforo del manantial peña caída 12/03/2023- 7AM

Aforo: 12/03/2023 - (7 AM)	N° Veces	Volumen (L)	Tiempo (S)
	1	8	8.28
	2	8	8.25
	3	8	8.22
	4	8	8.46
	5	8	8.52
	6	8	8.23
	7	8	8.43
Tiempo promedio			8.34
Caudal aforado		L/S	m3/h
Q		0.959	3.453

Tabla 2. Aforo del manantial peña caída 15/04/2023- 7.20 AM

Aforo: 15/04/2023 - (7.20 AM)	N° Veces	Volumen (L)	Tiempo (S)
	1	8	8.55
	2	8	9.07
	3	8	8.57
	4	8	9.09
	5	8	9.14
	6	8	8.53
	7	8	9.08
	Tiempo promedio		8.86
Caudal aforado		L/S	m3/h
Q		0.903	3.250

Tabla 3. Aforo del manantial peña caída 12/07/2023- 7.12 AM

Aforo: 12/07/2023 - (7.12 AM)	N° Veces	Volumen (L)	Tiempo (S)
	1.00	8.00	13.56
	2.00	8.00	14.02
	3.00	8.00	13.37
	4.00	8.00	14.04
	5.00	8.00	13.46
	6.00	8.00	14.08
	7.00	8.00	13.35
	Tiempo promedio		13.70
Caudal aforado		L/S	m3/h
Q		0.584	2.103

Tabla 4. Aforo del manantial peña caída 27/08/2023- 7.35AM

Aforo: 27/08/2023 - (7.35 AM)	N° Veces	Volumen (L)	Tiempo (S)
	1	8	13.48
	2	8	13.52
	3	8	14.08
	4	8	14.04
	5	8	13.46
	6	8	13.56
	7	8	14.06
	Tiempo promedio		13.74
Caudal aforado		L/S	m3/h
Q		0.582	2.096

Se llevaron a cabo dos aforos en la captación durante la temporada de lluvias y otros dos durante la temporada de estiaje. Sin embargo, para nuestra evaluación, nos enfocaremos en el caudal máximo registrado durante la temporada de lluvias en la captación, ya que este será crucial para analizar la capacidad de la cámara húmeda, diámetro de los orificios y distancia al punto de afloramiento. Por otro lado, es igualmente importante conocer el caudal mínimo registrado para determinar si la fuente puede satisfacer las necesidades de la población. Los dos aforos restantes serán considerados como parte del proceso de evaluación, pero no serán prioritarios para el cálculo comparativo.

Gráfico 1. Grafica de barras de los diferentes aforos realizados en el año 2023



C. Cámara húmeda de la captación

De acuerdo con la ecuación verificamos el volumen. Teniendo en cuenta el manual de diseño (de 3 a 5 minutos el caudal de diseño).

t = 3 min

$$\text{Vol.} = Q * t = 0.96 * 180 = 172.69 \text{ L} \quad (\text{Ec. 01})$$

Donde:

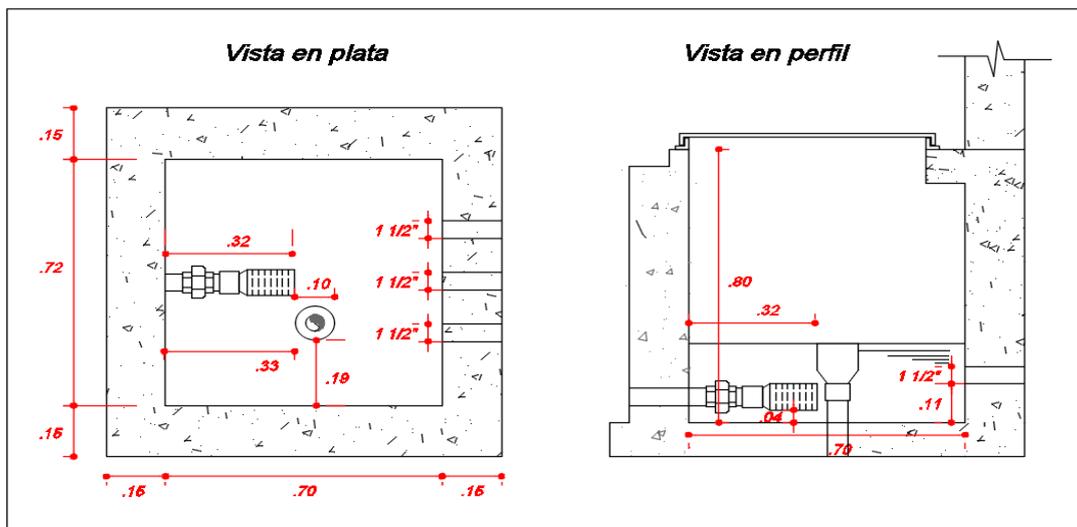
Q= caudal de diseño (L/s)

t = tiempo de verificación (segundos)

Vol. = volumen que debe de tener la cámara húmeda.

Las medidas tomadas en campo de la cámara húmeda de la captación fueron:

Figura 24. Vista en planta y de perfil – cámara húmeda de la captación



Según las medidas de campo tomadas en la cámara húmeda del manantial peña caída su volumen de retención sería 115.92 L. Entonces se verifica que la estructura de la cámara húmeda es muy pequeña de acuerdo a las dimensiones recomendadas según el MVCS (2018) para el diseño.

D. Ancho de pantalla

El ancho de pantalla de la captación es de es de 0.72 m, y cuenta con 3 tuberías de 1 1/2" denominados llorones para el paso del flujo de agua desde la captación hasta la cámara húmeda, se pudo evaluar que la pantalla si logra captar toda el agua del manantial.

Foto 9. Cámara húmeda peña caída



E. Altura de la cámara húmeda

Para calcular la altura de carga de agua en la cámara húmeda de la captación, utilizamos la Ec. 03 y luego usamos la Ec. 02, como sigue:

$$H = 1.56 * \frac{Qmd^2}{2g * A^2} = 1.56 * \frac{0.00057^2}{2 * 9.81 * 0.00148^2} = 0.0014 \text{ m} \quad (\text{Ec. 05})$$

Donde

Qmd = caudal máximo diario en m^3/s

A = área de la tubería de salida en m^2

Entonces, se tiene:

$$h_t = A + B + H + E \geq \text{Altura natural que alcanza el agua} \quad (\text{Ec.12})$$

Donde

A= 0.1 m (Altura desde la base de la caja hasta la tubería de salida, según el MVCS 2018)

B= 0.0434 m (Diámetro de la tubería de salida.)

D= desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo de 5 cm).

E= 0.30 m (Borde libre, medida en campo)

H= 0.35 m (Altura de agua sobre la canastilla, según el MVCS 2018)

ht= 0.80 m (altura natural de agua medido en campo)

ht= 0.7934 m (altura natural de agua según el cálculo)

De acuerdo a los resultados, se tiene que, la altura natural que alcanza el agua en la cámara húmeda, según diseño, debería ser de 0.7934 m. Pero se observa que en campo esta medida es de 0.80 m. Por lo que se afirma que su altura es la idónea.

F. Dimensiones de la canastilla

Las dimensiones de la canastilla se determinan en base al diámetro de la tubería de conducción. Tras la evaluación en el terreno, se confirmó que la línea de conducción tiene

un diámetro de 1 1/2", mientras que la canastilla tiene un diámetro de 3" y una longitud de 15 cm. Esto cumple con el criterio de diseño, que establece que la longitud de la canastilla (L) debe ser mayor a 3 veces el diámetro de la tubería de conducción (Dc) y menor que 6 veces el diámetro de la tubería de conducción, según el MVCS 2018).

Foto 10. Vista de la canastilla en la cámara húmeda



G. Tubería de limpia

A partir de la Ec. 07 para su diseño, se tiene:

$$D = 0.71 * \frac{Q^{0.38}}{S^{0.21}} = 0.71 * \frac{0.96^{0.38}}{0.01^{0.21}} = 1.84 = 2 \text{ " } \quad (Ec. 15)$$

Donde:

D = Diámetro en pulgadas

Q = Máximo caudal de la fuente en L/s

S = Pendiente en m/m según el MVCS 2018.

Por lo tanto, el diámetro mínimo para la tubería de limpia y rebose de acuerdo a las fórmulas de diseño, debe tener un diámetro de 2 " para su buen funcionamiento.

En campo se puede confirmar que la tubería de limpia y rebose es de 2 " y su funcionamiento es eficiente.

H. Conducción

a) Determinación de diámetros

Conociendo los datos del caudal máximo diario determinar la dimensión de la tubería de la línea de conducción.

$$Q_{md} = 0.57 \text{ L/s}$$

Entonces a partir de la Ec. 18, la tubería de conducción debería encontrarse entre los diámetros siguientes:

Material: PVC

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} \quad (\text{Ec. 18})$$

$$Q_{md} = 0.57 \text{ L/s} = 0.00057 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Caudal máximo diario)}$$

$$V_{max} = 3 \text{ m/s}$$

$$V_{min} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0.00057}{\pi * 3}} = 0.01784124 \text{ m} \approx 0.7024''$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0.00057}{\pi * 0.6}} = 0.03989423 \text{ m} \approx 1.5706''$$

De los cálculos podemos definir que la tubería su diámetro mínimo es 3/4" y el diámetro máximo de 2"

En el terreno, se observó que la línea de conducción está compuesta por una tubería de 1 1/2" de diámetro que se extiende desde la captación hasta el reservorio. Según los cálculos realizados, este diámetro se encuentra dentro de los rangos aceptables establecidos en el diseño hidráulico, lo que sugiere que es adecuado para su función. Sin embargo, su rendimiento actual se ve afectado por las frecuentes desconexiones en el pase aéreo de la progresiva 1+202.88. Esta situación se debe a la ausencia de péndolas y cable principal para sujetar la tubería.

b) Almacenamiento

A pesar del uso desmedido por parte de los residentes, el suministro de agua potable en la localidad del Guayo se mantiene constante las 24 horas del día. Esto se debe a que el caudal demandado es inferior al suministrado por el manantial "Peña Caída", incluso durante los meses de verano. Durante la evaluación en el terreno, se pudo observar que el reservorio siempre se encuentra lleno, e incluso hay un flujo constante de agua a través del cono de rebose. Esto garantiza un suministro continuo de agua para la población en todo momento.

c) Cálculo del caudal horario en el reservorio

En el reservorio se realizó las mediciones de los niveles de agua y con las mediciones internas del reservorio se pudo calcular el volumen que se consume durante una hora, de esta forma se pudo conocer el consumo promedio en (l/s) durante esa misma hora. Los datos tomados en el reservorio se realizaron desde la altura del cono de rebose, cada hora se midió su descenso hasta dejar aproximadamente una altura de reserva de 0.2 m de tirante de agua en el reservorio esto para evitar que el sistema quede desabastecido y las tuberías cojan aire.

Una vez que en el reservorio quede un tirante aproximado de 0.2 metros se procede a medir cual es el tirante real y abrir la válvula de ingreso de agua al reservorio, como conocemos el tirante real esperamos nuevamente una hora y de igual forma se mide los tirantes que luego mediante el cálculo de gabinete se podrá conocer el consumo real de agua durante cada hora de la localidad del Guayo.

d) Dimensiones del reservorio de la localidad del Guayo

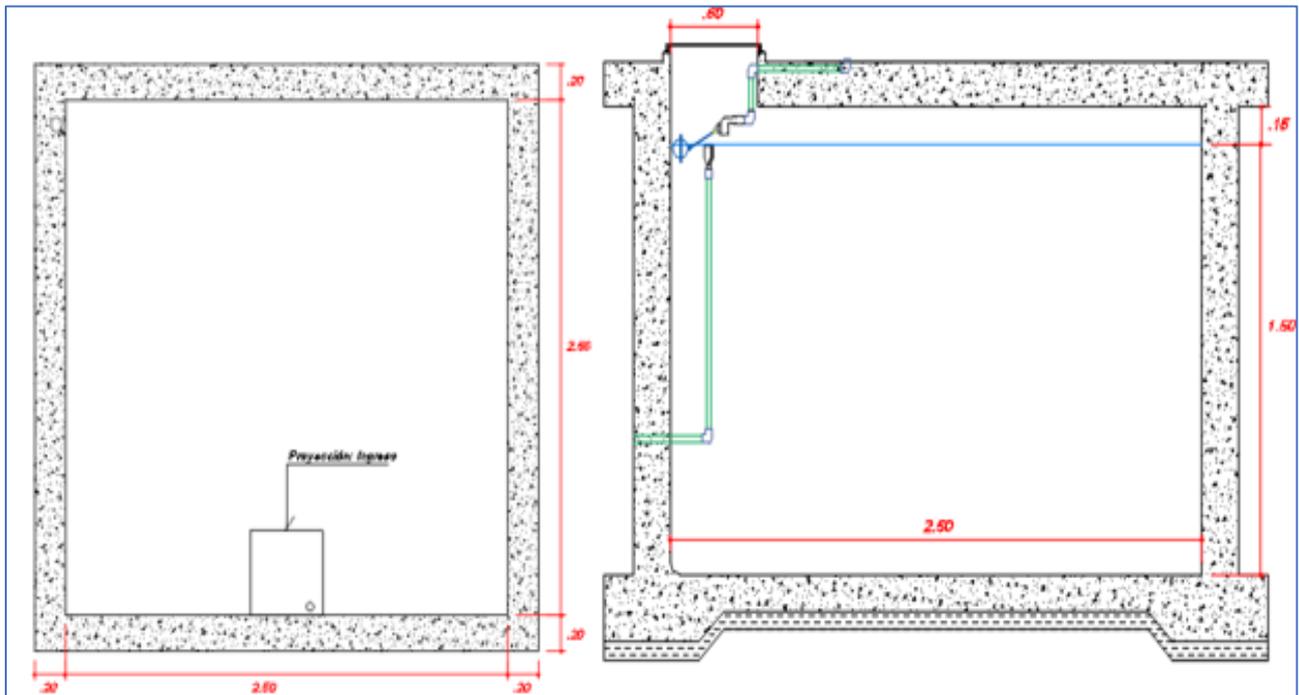
Reservorio rectangular

- Altura de agua total en el reservorio: 1.50 m
- Ancho: 2.50 m
- Largo: 2.50 m
- Borde libre: 15 cm
- Área del reservorio:
- Volumen del reservorio: 10 m³

Foto 11. Reservorio



Figura 25. Vista en planta y vista de perfil del reservorio según construcción en campo



e) Cuadro de lecturas realizadas el reservorio

Cálculo del volumen en metros cúbicos por hora realizados mediante el siguiente procedimiento.

Tabla 5. Volumen en metros cúbicos por hora

RESERVORIO RECTANGULAR - LOCALIDAD EL GUAYO														
Fecha	17/04/2023		18/04/2023		19/04/2023		20/04/2023		21/04/2023		22/04/2023		23/04/2023	
DÍA	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo	
Horario	H Consumida (cm)	V (m3)												
05:30 - 06:00	6.2	0.388	7.5	0.469	5.8	0.363	5.9	0.369	6.3	0.394	8.4	0.525	8.6	0.538
06:00 - 07:00	30.5	1.906	32.8	2.05	34.2	2.138	34.2	2.138	27.9	1.744	30.2	1.888	31.2	1.95
07:00 - 08:00	36.4	2.275	33.9	2.119	37.5	2.344	34.8	2.175	34.6	2.163	42.5	2.656	40.5	2.531
08:00 - 09:00	30.2	1.888	29.8	1.863	31.6	1.975	29.7	1.856	33.1	2.069	40.2	2.513	42.1	2.631
09:00 - 10:00	28.6	1.788	29.7	1.856	29.3	1.831	30.2	1.888	27.4	1.713	27.4	1.713	36.2	2.263
10:00 - 11:00	16.3	1.019	8.2	0.513	17.4	1.088	18.6	1.163	19.3	1.206	17.9	1.119	35.2	2.2
11:00 - 12:00	26.4	1.65	5.1	0.319	28.2	1.763	27.4	1.713	27.8	1.738	23.4	1.463	33.5	2.094
12:00 - 13:00	18.6	1.163	4.7	0.294	19.5	1.219	17.5	1.094	22.3	1.394	19.6	1.225	25.9	1.619
13:00 - 14:00	34.6	2.163	1.1	0.069	36.3	2.269	34.2	2.138	34.5	2.156	30.7	1.919	34.7	2.169
14:00 - 15:00	17.5	1.094	8.0	0.5	18.6	1.163	19.5	1.219	15.4	0.963	19.6	1.225	35.8	2.238
15:00 - 16:00	18.6	1.163	12.5	0.781	17.8	1.113	17.2	1.075	18.2	1.138	24.9	1.556	33.1	2.069
16:00 - 17:00	22.4	1.4	18.9	1.181	21.6	1.35	19.8	1.238	25.4	1.588	17.6	1.1	32.4	2.025
17:00 - 18:00	27.6	1.725	28.5	1.781	31.4	1.963	30.1	1.881	30.4	1.9	29.8	1.863	28.7	1.794
18:00 - 19:00	15.4	0.963	16.8	1.05	17.3	1.081	15.7	0.981	17.4	1.088	16	1.00	17.7	1.106

Semana 1

Para calcular el volumen, se multiplicó la altura utilizada (en metros) por el área interna del reservorio. Posteriormente, los datos recolectados por cada hora fueron organizados para así determinar el caudal de consumo por hora en la localidad del Guayo.

- H Consumida: medición tomada en el reservorio en cm
- V: Volumen en m³/h

Tabla 6. Consumo máximo del día en la primera semana

Semana 1	Fecha	23/04/2023			
	DÍA	Domingo			
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)	V (l/h)	V (l/s)
	05:30 - 06:00	8.60	0.54	537.50	0.15
	06:00 - 07:00	31.20	1.95	1950.00	0.54
	07:00 - 08:00	38.30	2.39	2393.75	0.66
	08:00 - 09:00	40.10	2.51	2506.25	0.70
	09:00 - 10:00	36.20	2.26	2262.50	0.63
	10:00 - 11:00	32.40	2.03	2025.00	0.56
	11:00 - 12:00	36.50	2.28	2281.25	0.63
	12:00 - 13:00	35.20	2.20	2200.00	0.61
	13:00 - 14:00	37.60	2.35	2350.00	0.65
	14:00 - 15:00	35.80	2.24	2237.50	0.62
	15:00 - 16:00	33.10	2.07	2068.75	0.57
	16:00 - 17:00	32.40	2.03	2025.00	0.56
	17:00 - 18:00	28.70	1.79	1793.75	0.50
	18:00 - 19:00	17.70	1.11	1106.25	0.31

Gráfico 2. Consumo máximo de la primera semana

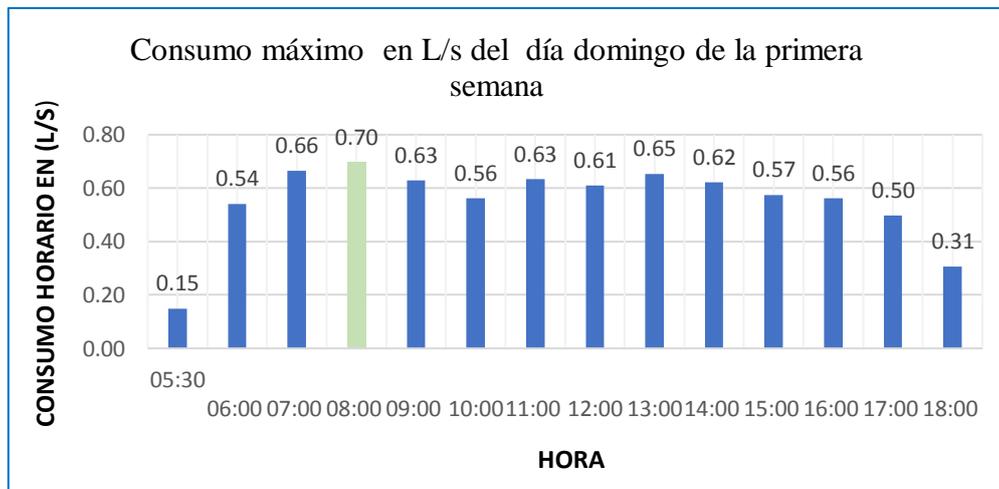


Tabla 7. Consumo máximo del día en la segunda semana

Semana 2	Fecha	07/05/2023			
	DÍA	Domingo			
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)	v (l/h)	v (l/s)
	05:30 - 06:00	8.20	0.51	512.50	0.14
	06:00 - 07:00	28.60	1.79	1787.50	0.50
	07:00 - 08:00	38.10	2.38	2381.25	0.66
	08:00 - 09:00	41.60	2.60	2600.00	0.72
	09:00 - 10:00	39.40	2.46	2462.50	0.68
	10:00 - 11:00	33.20	2.08	2075.00	0.58
	11:00 - 12:00	35.20	2.20	2200.00	0.61
	12:00 - 13:00	38.40	2.40	2400.00	0.67
	13:00 - 14:00	42.30	2.64	2643.75	0.73
	14:00 - 15:00	40.80	2.55	2550.00	0.71
	15:00 - 16:00	36.70	2.29	2293.75	0.64
	16:00 - 17:00	28.70	1.79	1793.75	0.50
	17:00 - 18:00	29.60	1.85	1850.00	0.51
	18:00 - 19:00	19.40	1.21	1212.50	0.34

Gráfico 3. Consumo máximo de la segunda semana

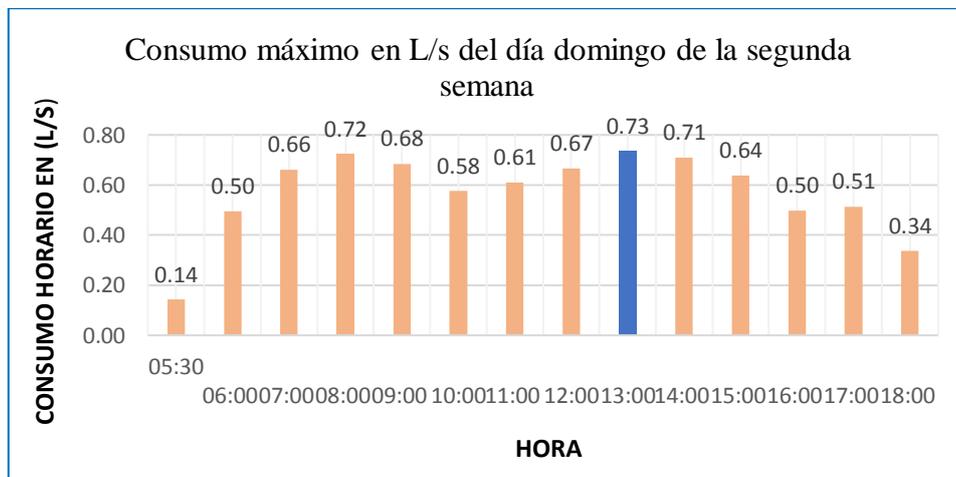


Tabla 8. Consumo máximo del día en tercera semana

Semana 3	Fecha	20/05/2023			
	DÍA	Sabado			
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)	V (l/h)	V (l/s)
	05:30 - 06:00	7.40	0.46	462.50	0.13
06:00 - 07:00	30.40	1.90	1900.00	0.53	
07:00 - 08:00	39.40	2.46	2462.50	0.68	
08:00 - 09:00	38.70	2.42	2418.75	0.67	
09:00 - 10:00	28.60	1.79	1787.50	0.50	
10:00 - 11:00	32.80	2.05	2050.00	0.57	
11:00 - 12:00	37.90	2.37	2368.75	0.66	
12:00 - 13:00	40.40	2.53	2525.00	0.70	
13:00 - 14:00	39.10	2.44	2443.75	0.68	
14:00 - 15:00	38.40	2.40	2400.00	0.67	
15:00 - 16:00	34.80	2.18	2175.00	0.60	
16:00 - 17:00	32.50	2.03	2031.25	0.56	
17:00 - 18:00	29.80	1.86	1862.50	0.52	
18:00 - 19:00	19.70	1.23	1231.25	0.34	

Gráfico 4: Consumo máximo de la tercera semana

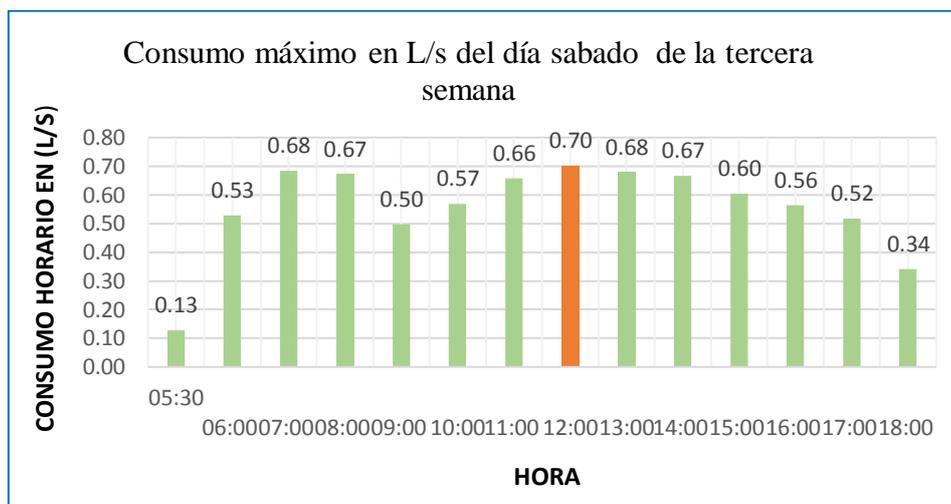


Tabla 9. Consumo máximo del día en la cuarta semana

Semana 4	Fecha	04/06/2023			
	DÍA	Domingo			
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)	V (l/h)	V (l/s)
	05:30 - 06:00	8.60	0.54	537.50	0.15
06:00 - 07:00	31.20	1.95	1950.00	0.54	
07:00 - 08:00	39.20	2.45	2450.00	0.68	
08:00 - 09:00	38.90	2.43	2431.25	0.68	
09:00 - 10:00	37.80	2.36	2362.50	0.66	
10:00 - 11:00	35.40	2.21	2212.50	0.61	
11:00 - 12:00	38.60	2.41	2412.50	0.67	
12:00 - 13:00	34.60	2.16	2162.50	0.60	
13:00 - 14:00	40.10	2.51	2506.25	0.70	
14:00 - 15:00	36.70	2.29	2293.75	0.64	
15:00 - 16:00	37.80	2.36	2362.50	0.66	
16:00 - 17:00	28.90	1.81	1806.25	0.50	
17:00 - 18:00	31.20	1.95	1950.00	0.54	
18:00 - 19:00	22.80	1.43	1425.00	0.40	

Gráfico 5. Consumo máximo de la cuarta semana.

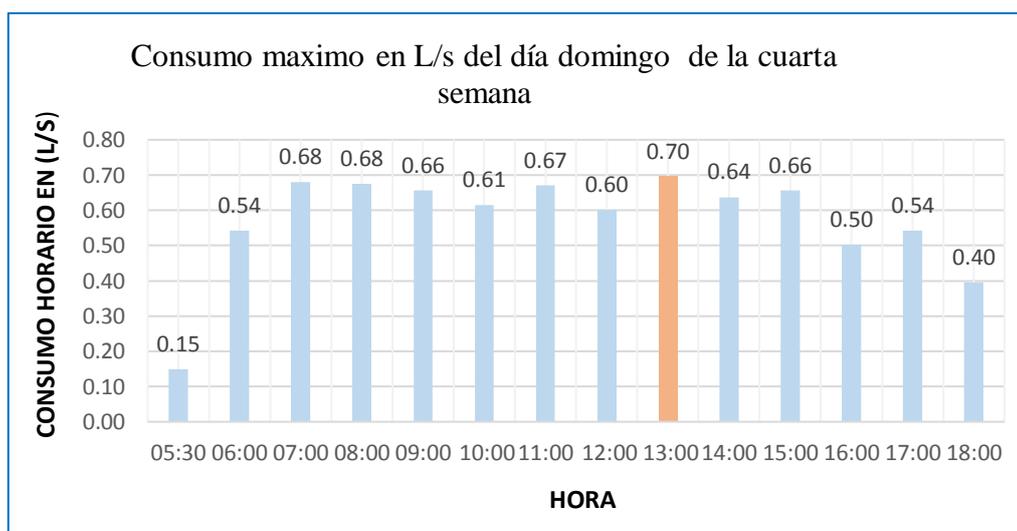


Tabla 10. Caudales calculados y coeficientes de variación - mediciones en el reservorio

MESES	MES 1	MES 2	PROM (L/s)
Caudal medio (L/s)	0.43	0.46	0.44
Caudal máximo diario (L/s)	0.57	0.57	0.57
Caudal Max horario (L/s)	0.74	0.70	0.72
K1	1.29	1.29	1.29
k2	1.66	1.58	1.62
k3	2.14	2.04	2.09

De acuerdo al RNE, los son: coeficientes de variación de consumo promedio

- ✓ Coeficiente de variación de la demanda diaria (K1): 1.3
- ✓ Coeficiente de variación de la demanda horaria (K2): 1.8 – 2.5
- ✓ K3= K2 (Densidad pob. Multifamiliar); K1 x K2 (Densidad unifamiliar)

f) Dimensionamiento del reservorio de acuerdo al caudal máximo diario calculado

Haciendo uso de las ecuaciones anteriormente vista para el dimensionamiento del reservorio y teniendo el Qmd diario calculado, obtendremos el volumen referencial.

$$Q_{md} = 0.57 \text{ L/s}$$

$$V. \text{almac.} = 0.25 \times \frac{Q_{md} \times 86400}{1000} = 0.25 \times \frac{0.57 \times 86400}{1000} = 12.312 \text{ m}^3$$

El volumen referencial obtenido es de 12.312 m³, analizando este resultado y comparando con el volumen del reservorio construido de 10 m³, según nuestro cálculo es mayor esto quiere decir que hidráulicamente el dimensionamiento del reservorio está mal diseñado

g) Evaluación hidráulica de la línea de aducción

Para diseñar la línea de aducción se considera el caudal máximo horario de 0.72 l/s.

$$\text{Máx. } h = 0.72 \text{ L/s} = 0.00072 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Caudal máximo horario)}$$

$$V_{\text{max}} = 3 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{min}} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0.00072}{\pi * 3}}$$

$$D = 0.01748 \text{ m} \approx 1.748 \text{ cm} \approx 3/4''$$

El diámetro máximo se calculará, considerando la velocidad mínima admisible de 0.6 m/s y el caudal máximo diario real en m³ /s, se obtiene:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0.00072}{\pi * 0.6}}$$

$$D = 0.039 \text{ m} \approx 3.9 \text{ cm} \approx 1 \text{ 1/2}''$$

Los diámetros para un correcto funcionamiento hidráulico estarán dentro de los rangos.

$$3/4" \leq D \leq 1 1/2"$$

En campo las dimensiones del diámetro de la tubería son de 1 1/2". Por lo tanto, al encontrarse dentro del rango de diámetros establecidos se podemos decir que esta con un correcto diseño hidráulico la línea de aducción.

h) Evaluación hidráulica de la línea de distribución

Utilizando los diámetros de la tubería y el caudal máximo por hora, se llevó a cabo una simulación utilizando el software Watercad para determinar si las presiones y velocidades se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normativa vigente "La Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua Para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural" (RM-192-2018- VIVIENDA), del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Las mediciones de las presiones dinámicas en las conexiones domiciliarias se efectuaron durante el día de mayor consumo (domingo, de 1:00 p.m. a 2:00 p.m.), utilizando un manómetro acoplado al grifo, tal como se ilustra en las imágenes siguientes:

Foto 12. Medición de presiones en campo



Foto 13. Medición de presión en la vivienda 41



Las presiones tomadas en campo se tomaron teniendo en cuenta la aceptación y consentimiento del usuario. En el siguiente cuadro mostramos las presiones tomadas en las viviendas.

Tabla 11. Presiones dinámicas de la localidad del Guayo en horario de máximo consumo

	N°	VIVIENDA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	PRESIÓN(bar)	PRESIÓN(m.c.a)
DOMINGO (04/06/2023)- (1PM-2PM)	1	V 11	766,717.83	9,192,088.61	1,730.80	0.4	4.08
	2	V 25	766,705.55	9,193,431.27	1,714.17	1.1	11.22
	3	V 26	766,602.67	9,193,407.65	1,718.05	0.7	7.14
	4	V 27	766,622.91	9,193,474.93	1,720.15	0.5	5.10
	5	V 32	766,832.30	9,193,547.86	1,646.88	7.5	76.50
	6	V 35	766,940.05	9,193,564.40	1,630.43	0.5	5.10
	7	V 39	766,930.19	9,193,746.11	1,552.29	7.9	80.58
	8	V 41	766,937.28	9,193,933.16	1,552.03	7.8	79.56
	9	V 42	766,972.83	9,193,879.68	1,548.16	8.4	85.68
	10	V 48	766,885.44	9,193,843.15	1,551.94	7.8	79.56
	11	V 65	766,745.46	9,194,037.91	1,554.95	7.3	74.46
	12	V 68	766,492.49	9,194,154.00	1,553.23	7.7	78.54
	13	V 76	766,126.77	9,194,240.06	1,554.13	0.7	7.14
	14	V 79	766,052.53	9,194,301.01	1,549.95	1.1	11.22
	15	V 82	765,813.34	9,194,118.84	1,644.00	7.6	77.52

Los datos registrados en la localidad tenemos como presión dinámica máxima $P_{max} = 85.68$ m.c.a. y como presión dinámica mínima $P_{min} = 4.08$ m.c.a.

Se realizó la simulación en periodo extendido con el software WaterCad V.10 y haciendo uso del dato de $Q_{mh}=0.72$ l/s, de esta manera se pudo encontrar las presiones.

Tabla 12. Reporte de presiones en las viviendas según el modelamiento en periodo extendido

Etiqueta	X (m)	Y (m)	Elevación (m)	Gradiente hidráulico (m)	Presión (m H ₂ O)
V 1	766,241.44	9,191,172.95	1,712.89	1,725.51	12.60
V 2	766,370.04	9,191,281.29	1,706.00	1,725.51	19.47
V 3	766,389.23	9,191,329.31	1,710.90	1,725.51	14.58
V 4	766,436.61	9,191,346.59	1,670.00	1,725.49	55.38
V 5	766,458.16	9,191,366.63	1,688.00	1,725.49	37.41
V 6	766,655.68	9,191,796.29	1,720.01	1,737.72	17.68
V 7	766,704.84	9,191,977.49	1,709.54	1,736.58	26.99
V 8	766,818.13	9,192,012.32	1,677.54	1,717.30	39.68
V 9	766,825.69	9,192,076.31	1,683.95	1,717.30	33.28
V 10	766,851.47	9,192,119.38	1,680.47	1,717.28	36.73
V 11	766,717.83	9,192,088.61	1,730.80	1,735.90	5.09
V 12	766,723.06	9,192,159.98	1,710.18	1,735.50	25.27
V 13	767,315.85	9,192,554.58	1,572.00	1,614.50	42.42
V 14	767,314.26	9,192,756.58	1,591.61	1,614.52	22.86
V 15	767,145.87	9,193,353.31	1,680.21	1,727.72	47.41
V 16	767,099.75	9,193,368.71	1,700.97	1,727.57	26.54
V 17	767,299.69	9,193,265.42	1,609.39	1,659.06	49.57
V 18	767,206.90	9,193,397.14	1,635.33	1,659.07	23.70
V 19	767,222.39	9,193,448.93	1,626.74	1,659.07	32.27
V 20	767,138.35	9,193,547.84	1,624.46	1,659.07	34.54
V 21	767,173.60	9,193,596.72	1,592.51	1,659.07	66.42
V 22	767,042.26	9,193,385.60	1,710.86	1,727.33	16.44
V 23	766,860.81	9,193,455.04	1,696.22	1,726.29	30.02
V 24	766,768.70	9,193,418.71	1,709.81	1,726.08	16.23
V 25	766,705.55	9,193,431.27	1,714.17	1,726.07	11.87
V 26	766,602.67	9,193,407.65	1,718.05	1,726.06	7.99
V 27	766,622.91	9,193,474.93	1,720.15	1,726.06	5.89
V 28	766,473.07	9,193,618.17	1,655.33	1,726.05	70.58
V 29	766,791.78	9,193,530.64	1,675.79	1,725.62	49.73
V 30	766,731.99	9,193,584.19	1,652.10	1,725.61	73.36
V 31	766,845.79	9,193,503.64	1,673.26	1,725.57	52.20

Etiqueta	X (m)	Y (m)	Elevación (m)	Gradiente hidráulico (m)	Presión (m H2O)
V 32	766,832.30	9,193,547.86	1,646.88	1,725.54	78.50
V 33	766,796.53	9,193,604.96	1,589.82	1,633.93	44.02
V 34	766,734.28	9,193,644.49	1,578.11	1,633.93	55.71
V 35	766,940.05	9,193,564.40	1,630.43	1,636.16	5.72
V 36	766,703.41	9,193,778.55	1,575.69	1,635.98	60.18
V 37	766,635.28	9,193,820.82	1,606.93	1,635.97	28.99
V 38	766,559.23	9,193,839.03	1,602.49	1,635.96	33.40
V 39	766,930.19	9,193,746.11	1,552.29	1,635.35	82.90
V 40	766,927.17	9,193,968.89	1,572.29	1,634.59	62.18
V 41	766,937.28	9,193,933.16	1,552.03	1,634.61	82.41
V 42	766,972.83	9,193,879.68	1,548.16	1,634.62	86.29
V 43	767,046.01	9,193,772.13	1,571.49	1,634.55	62.94
V 44	767,120.95	9,193,706.04	1,568.00	1,634.50	66.37
V 45	767,165.82	9,193,644.47	1,575.83	1,634.48	58.53
V 46	767,491.18	9,193,642.84	1,512.02	1,559.25	47.14
V 47	767,529.03	9,193,818.23	1,475.41	1,505.10	29.63
V 48	766,885.44	9,193,843.15	1,551.94	1,634.75	82.64
V 49	766,819.32	9,193,859.94	1,560.98	1,634.62	73.49
V 50	766,814.05	9,193,889.93	1,562.38	1,634.50	71.98
V 51	766,866.88	9,193,935.33	1,564.34	1,634.36	69.88
V 52	766,826.48	9,193,920.80	1,564.07	1,634.41	70.20
V 53	766,834.13	9,193,933.47	1,564.67	1,634.38	69.57
V 54	766,874.38	9,193,927.67	1,564.34	1,634.36	69.88
V 55	765,510.00	9,194,626.51	1,519.39	1,550.88	31.43
V 56	765,768.65	9,194,584.08	1,532.19	1,550.80	18.58
V 57	766,814.96	9,193,902.38	1,563.00	1,634.47	71.33
V 58	766,873.80	9,193,896.18	1,563.40	1,634.37	70.83
V 59	766,890.04	9,193,887.70	1,558.81	1,634.36	75.40
V 60	766,868.40	9,193,987.42	1,556.36	1,634.32	77.80
V 61	766,840.06	9,193,995.14	1,556.26	1,634.33	77.91
V 62	766,796.48	9,193,972.19	1,561.34	1,634.29	72.80
V 63	766,762.83	9,193,967.27	1,563.33	1,634.26	70.78
V 64	766,647.80	9,193,942.67	1,586.21	1,634.22	47.91
V 65	766,745.46	9,194,037.91	1,554.95	1,634.22	79.12
V 66	766,624.78	9,194,085.36	1,559.41	1,634.18	74.62
V 67	766,533.92	9,194,102.05	1,560.93	1,634.16	73.08
V 68	766,492.49	9,194,154.00	1,553.23	1,634.15	80.76

Etiqueta	X (m)	Y (m)	Elevación (m)	Gradiente hidráulico (m)	Presión (m H ₂ O)
V 69	766,519.84	9,193,752.11	1,675.59	1,725.42	49.73
V 70	766,411.94	9,193,738.58	1,697.14	1,725.35	28.15
V 71	766,306.73	9,193,876.58	1,663.51	1,725.24	61.61
V 72	766,242.35	9,193,898.09	1,666.89	1,725.20	58.20
V 73	766,057.72	9,194,022.00	1,615.34	1,647.03	31.63
V 74	766,136.23	9,194,141.33	1,573.63	1,604.81	31.11
V 75	766,065.29	9,194,235.88	1,539.52	1,561.60	22.04
V 76	766,126.77	9,194,240.06	1,554.13	1,561.58	7.44
V 77	766,207.35	9,194,313.25	1,544.44	1,561.56	17.08
V 78	766,304.29	9,194,326.81	1,529.11	1,561.55	32.38
V 79	766,052.53	9,194,301.01	1,549.95	1,561.57	11.60
V 80	765,940.94	9,194,376.93	1,523.01	1,561.56	38.47
V 81	766,135.54	9,194,495.58	1,513.96	1,561.53	47.48
V 82	765,813.34	9,194,118.84	1,644.00	1,724.52	80.36
V 83	765,433.61	9,194,225.45	1,625.65	1,653.43	27.73
V 84	765,649.47	9,194,294.41	1,598.55	1,614.18	15.60
V 85	765,456.94	9,194,490.87	1,567.91	1,613.96	45.96
V 86	766,861.09	9,193,921.96	1,565.40	1,634.36	68.82
V 87	766,871.83	9,193,917.65	1,565.30	1,634.36	68.92
V 88	765,593.64	9,194,644.42	1,530.47	1,550.86	20.34
V 89	765,128.29	9,194,702.63	1,577.62	1,613.95	36.26
V 90	765,778.78	9,194,607.55	1,526.24	1,550.80	24.51
V 91	765,588.56	9,194,638.91	1,511.77	1,550.86	39.01
V 92	765,504.67	9,194,618.20	1,521.60	1,550.88	29.22
V 93	765,779.12	9,194,587.21	1,530.43	1,550.80	20.33

Según el reporte de resultados en periodo extendido la presión mínima es $P_{min} = 5.09$ m.c.a. y la presión máxima $P_{max} = 86.29$ m.c.a., podemos observar que no cumple en su mayoría con lo establecido por la normativa vigente: “La Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua Para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural” (RM-192-2018- VIVIENDA), del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

i) Velocidades admisibles

La velocidad mínima no será menor a 0.60 m/s. En ningún caso podrá ser inferior a 0.30m/s.

La velocidad máxima admisible será de 3 m/s.

j) Presiones de servicio:

La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor a 5 mH₂O.

La presión estática no será mayor de 60 mH₂O

Como podemos observar en la tabla 9, cuentan presiones de servicio dentro de los parámetros establecidos según normativa vigente 61 viviendas (65.5%). por otro lado, podemos ver que (32 viviendas) tienen presiones superiores 60mH₂O, representando el 34.4 %, obteniendo la máxima presión la vivienda V-42 con 86.29 m.c.a.

4.1.3. Operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la localidad del Guayo

Las personas responsables de llevar a cabo las labores de mantenimiento del sistema de agua potable en la localidad del Guayo son designadas por la junta administradora. Se espera que estas personas cuenten con el tiempo necesario para ejecutar estas tareas, aunque la compensación económica no sea muy favorable para ellas. No obstante, siguen realizando estas actividades porque también son usuarios del sistema y siempre desean tener un suministro de agua constante en sus hogares.

El mantenimiento de las estructuras del sistema de agua potable de la localidad del Guayo

Realiza de la siguiente manera:

✓ Captación: Cada 3 meses

✓ Línea de conducción: Cada 3 meses

✓ Reservorios: Cada 3 meses

✓ Equipo de cloración: tiene equipo de cloración, pero no está en funcionamiento

4.1.4. Situación de la Junta Administrativa en la localidad del Guayo

La administración del sistema de agua potable en la localidad del Guayo aún no cuenta con reconocimiento oficial. Sin embargo, internamente, están llevando a cabo actividades que están a su alcance, como la operación y mantenimiento de los servicios de agua potable en la comunidad. A pesar de esta falta de reconocimiento, el presidente de la junta, el Sr. Santiago Chuquitucto Huamán, está haciendo esfuerzos para obtener el respaldo de la municipalidad provincial de Contumazá, buscando apoyo con los materiales necesarios para abordar los problemas que surjan. Sin embargo, este respaldo es mínimo y está sujeto a limitaciones. Santiago Chuquitucto Huamán está haciendo todo lo posible para obtener el reconocimiento oficial de la junta, ya que esto sería beneficioso para cualquier gestión administrativa. Sin embargo, como es bien sabido, estos procesos llevan tiempo y requieren un seguimiento constante con las autoridades pertinentes para asegurar que no se ignore la solicitud.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **Captación de ladera**

En este estudio de evaluación hidráulica de la captación, se encontró un tiempo de retención de 115.92 segundos, que se encuentra por debajo del rango establecido por el MVCS (2018), que indica que debe estar entre 3 y 5 minutos, por lo tanto, está fuera de los límites permitidos. **Chumacero (2022)**, en su investigación, concluye que el tamaño de las tres cámaras húmedas es adecuado. Durante la época seca, la oferta de agua en el manantial es de 4.82 l/s, mientras que **Albarrán (2019)** reporta una eficiencia ligeramente menor de 4.70 l/s en su estudio. La captación tiene una antigüedad de 21 años, superando su vida útil de 20 años, según lo establecido por **Cieza (2021)** en su investigación sobre una captación construida hace 18 años, que se encuentra en mal estado. Además, **Agüero (1997)** menciona en su libro que la vida útil de una captación es de 20 años.

- **Línea de conducción**

La tubería de conducción tiene un diámetro de 1 1/2" en todo su recorrido y está fabricada en PVC y esta correctamente dimensionada. Además, cuenta con dos pasos aéreos, ambos de HDPE y del mismo diámetro de 1 1/2". La velocidad del agua en la tubería es de 0.39 m/s. Según la normativa establecida en "La Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua Para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural" (RM-192-2018- VIVIENDA), la velocidad debe estar entre 0.60 m/s y 3.00 m/s, lo cual no cumple con lo indicado. Por otro lado, en su estudio, **Chumacero (2022)** menciona que la tubería de conducción tiene un diámetro de 2" y está correctamente dimensionada.

- **Reservorio**

El estudio reveló que el consumo real es de 390.19 litros por familia al día, lo cual supera significativamente el valor establecido en el manual de (DIGESA, s.f.) para la región de la sierra, que es de 50 litros por persona al día. Los coeficientes de variación promedio diario y horario obtenidos en este estudio son 1.29 y 1.62, respectivamente, lo que indica que el valor de K1 y K2 es inferior al establecido según el MVCS 2018. En otro estudio realizado por **Llanos (2021)**, se reportaron coeficientes de K1 y K2 de 1.35 y 1.83, respectivamente, los cuales se encuentran dentro del rango aceptable. Asimismo, en una investigación realizada por **Hoyos y Tuesta (2017)**, se mostraron coeficientes (K1 y K2) de 1.50 y 2.42, respectivamente, que también se encuentran dentro de los límites aceptables. Sin embargo, según el estándar RNE OS0100, se establece que los valores ideales son K1 = 1.3 y K2 = 1.8 - 2.5.

- **Red de distribución**

El diámetro de la línea de aducción es de 1 1/2 pulgadas y la velocidad actual no se ajusta a los rangos establecidos de 0.60 m/s a 3.00 m/s según lo indicado en "La Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua Para Consumo Humano y

Saneamiento en el Ámbito Rural" (RM-192-2018-VIVIENDA). Según Tacilla (2022), en su investigación se encontró que el 100% de las velocidades son inferiores a 0.60 m/s en toda la red. Además, se pudo medir las presiones dinámicas en la localidad, con una presión mínima (Pmin) de 4.08 m.c.a. En cuanto al modelamiento hidráulico extendido utilizando el programa Watercad, se obtuvo una presión máxima de 86.29 metros de columna de agua. Por otro lado, en la investigación de Villamar (2018) se menciona que la presión estática más baja en la red es de 7 metros de columna de agua.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se evaluó el sistema de agua potable de la localidad del Guayo, donde se pudo verificar problemas relacionadas con presiones muy elevadas en las tuberías, uso del agua potable para actividades ajenas al consumo humano, desconexiones en los pases aéreos, falta de cloración del agua en el reservorio y falta de micro medición en las viviendas.
- Se analizó el estado actual de la captación Peña Caída donde se pudo visualizar que requiere mantenimiento y un muro de contención en la parte superior de la captación para evitar el deslizamiento de las rocas que se desprenden del cerro y terminen tapando la captación; según el análisis físicoquímico y bacteriológico en laboratorio el agua se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) dados en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano. La línea de conducción se encuentra hidráulicamente bien diseñada, el reservorio se encuentra en buen estado; sin embargo no cumple con los parámetros de diseño, en la línea de aducción respecto al diámetro es el adecuado; sin embargo hace falta una válvula de aire, ya que a 10 metros del reservorio se realizó un pequeño orificio como alternativa inmediata para que la tubería no coja aire, en la red de distribución el 34.6 % de las viviendas tienen presiones sobre los 60 m.c.a. demostrando que hace falta una cámara rompe presión en algún punto estratégico de la red.
- Se analizó la operación y mantenimiento donde se pudo determinar que el operador tiene que ingeniarse mediante métodos prácticos cuando la tubería coge aire y así poder darle solución, el mantenimiento de las estructuras se realiza diferentes fechas de cada mes.

- Respecto a la junta administradora del sistema de agua potable no se encuentra reconocida, pero viene realizando sus funciones de acuerdo a su alcance y de la mejor manera posible.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a la junta administradora principalmente lograr su reconocimiento mediante una resolución que lo abale legalmente.
- ✓ Se recomienda la instalación inmediata de una válvula de purga en el orificio que hoy en día se encuentra como purga alternativa ya que por este orificio al estar tapado rústicamente el agua puede contaminarse.
- ✓ Se recomienda la construcción de una cámara rompe presión en el ramal que brinda agua a las viviendas con presiones muy elevadas.
- ✓ Concientizar mediante charlas informativas a los usuarios para que estos den un uso adecuado al agua y no lo utilicen para riego o lavado de vehículos como algunos usuarios lo vienen realizando.
- ✓ Para evitar el desprendimiento de las rocas que tapen la captación se recomienda la construcción de un muro de contención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, P.R (1997). *Agua potable para poblaciones rurales; sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Ediciones SER (Servicio Educativo Rural). Lima- Perú.
- Bateman, A (2007), Hidrología básica y aplicada
- Cárdenas, D.L & Patiño, F.E (2010), Estudios y diseños definitivos del sistema de agua, potable de la comunidad de Tutucán, canton Paute, Provincia del Azuay
- CONAGUA (s.f.): Conducciones. México D.F. (México): Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), Libro 10. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- CARE-AVINA (2012): Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, módulo 5. Quito (Ecuador): Fortalecimiento de capacidades de Organizaciones Comunitarias Prestadoras de Servicios de Agua y Saneamiento (OCSAS) en América Latina. CARE Internacional - Fundación Avina.
- García, E. (2009): Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Lima (Perú): Fondo Perú-Alemania.
- Meuli, C. and Wehrle, K. (2001): Spring Catchment. St. Gallen (Switzerland): Series of Manuals on Drinking Water Supply, Vol. 4, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT).
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Saneamiento en el Ámbito Rural. MR 192-2018-VIVIENDA. Lima-Perú, p.189.
- Reglamento Nacional de Edificaciones RNE OS.50 (2006). Redes de Distribución de agua para Consumo Humano. P.11. Lima-Perú

- Reglamento Nacional de Edificaciones RNE OS.010 (2006). Captación y Conducción de agua para Consumo Humano. P.09
- Smet, J. and Wijk, C. (2002): Small Community Water Supplies - Technology, People and Partnership: Chapter 8, Spring Water Tapping. Delft (The Netherlands): International Water and Sanitation Centre (IRC), Technical Paper Series 40, pp. 151- 168.

Revistas

- CARE - PROPILAS. (2001). Operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento. CESPAC. Lima-Perú. p.49
- Organización Mundial de la Salud (2021). Medición del cloro residual en el agua. p.04.

Linkografía

- Albarrán, L.E. (2018). *Evaluación de los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac- San Marcos*. Repositorio Institucional UNC. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3115>
- Bardales, Y.A (2022) *Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Jesús – Cajamarca* Repositorio Institucional UNC. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4699>
- Bonito, V. V. & Cevallos, A. E. (2022). *Evaluación del sistema de abastecimiento de Agua Potable en la parroquia San Gregorio cantón Muisne provincia de Esmeraldas*. Repositorio digital - EPN. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22044>
- Soto, I.R (2021). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Ampanu, distrito de culebras, provincia de Huarney, región Áncash; para su incidencia en la condición sanitaria de la población-*

2021.Repositorio Institucional ULADECH. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.13032/24561>

- Santos, J.J (2023). *Evaluación del sistema de agua potable de la localidad de Pimpingos, Cutervo*. Repositorio Institucional UNC. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/5461>

APENDICES

APÉNDICE N° 1.

Aforo en la manantial peña caída época de lluvia

Aforo: 12/03/2023 - (7 AM)	N° Veces	Volumen (L)	Tiempo (S)
	1	8	8.28
	2	8	8.25
	3	8	8.22
	4	8	8.46
	5	8	8.52
	6	8	8.23
	7	8	8.43
	Tiempo promedio		8.34
Caudal aforado		L/S	m3/h
Q		0.959	3.453

APÉNDICE N° 2.

Aforo en la manantial peña caída épocas de estiaje

Aforo: 27/08/2023 - (7.35 AM)	N° Veces	Volumen (L)	Tiempo (S)
	1	8	13.48
	2	8	13.52
	3	8	14.08
	4	8	14.04
	5	8	13.46
	6	8	13.56
	7	8	14.06
	Tiempo promedio		13.74
Caudal aforado		L/S	m3/h
Q		0.582	2.096

APÉNDICE N° 3.

Mediciones en el reservorio para obtener el volumen de consumo horario abril

RESERVORIO RECTANGULAR - LOCALIDAD EL GUAYO														
Fecha	17/04/2023		18/04/2023		19/04/2023		20/04/2023		21/04/2023		22/04/2023		23/04/2023	
DÍA	Lunes		Martes		Miercoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo	
Horario	H Consumida (cm)	V (m3)												
05:30 - 06:00	6.20	0.39	7.50	0.47	5.80	0.36	5.90	0.37	6.30	0.39	8.40	0.53	8.60	0.54
06:00 - 07:00	30.50	1.91	32.80	2.05	34.20	2.14	34.20	2.14	27.90	1.74	30.20	1.89	31.20	1.95
07:00 - 08:00	36.40	2.28	33.90	2.12	37.50	2.34	34.80	2.18	34.60	2.16	42.50	2.66	38.30	2.39
08:00 - 09:00	30.20	1.89	29.80	1.86	31.60	1.98	29.70	1.86	33.10	2.07	40.20	2.51	40.10	2.51
09:00 - 10:00	28.60	1.79	29.70	1.86	29.30	1.83	30.20	1.89	27.40	1.71	27.40	1.71	36.20	2.26
10:00 - 11:00	16.30	1.02	8.20	0.51	17.40	1.09	18.60	1.16	19.30	1.21	17.90	1.12	32.40	2.03
11:00 - 12:00	26.40	1.65	5.10	0.32	28.20	1.76	27.40	1.71	27.80	1.74	23.40	1.46	36.50	2.28
12:00 - 13:00	18.60	1.16	4.70	0.29	19.50	1.22	17.50	1.09	22.30	1.39	19.60	1.23	35.20	2.20
13:00 - 14:00	34.60	2.16	1.10	0.07	36.30	2.27	34.20	2.14	34.50	2.16	30.70	1.92	37.60	2.35
14:00 - 15:00	17.50	1.09	8.00	0.50	18.60	1.16	19.50	1.22	15.40	0.96	19.60	1.23	35.80	2.24
15:00 - 16:00	18.60	1.16	12.50	0.78	17.80	1.11	17.20	1.08	18.20	1.14	24.90	1.56	33.10	2.07
16:00 - 17:00	22.40	1.40	18.90	1.18	21.60	1.35	19.80	1.24	25.40	1.59	17.60	1.10	32.40	2.03
17:00 - 18:00	27.60	1.73	28.50	1.78	31.40	1.96	30.10	1.88	30.40	1.90	29.80	1.86	28.70	1.79
18:00 - 19:00	15.40	0.96	16.80	1.05	17.30	1.08	15.70	0.98	17.40	1.09	16.00	1.00	17.70	1.11

APÉNDICE N° 04.

Mediciones en el reservorio para obtener el volumen de consumo horario mayo

RESERVORIO RECTANGULAR - LOCALIDAD EL GUAYO															
Semana 2	Fecha	01/05/2023		02/05/2023		03/05/2023		04/05/2023		05/05/2023		06/05/2023		07/05/2023	
	DÍA	Lunes		Martes		Miercoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo	
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)												
	05:30 - 06:00	5.70	0.36	8.40	0.53	6.90	0.43	-	-	6.50	0.41	8.60	0.54	8.20	0.51
	06:00 - 07:00	31.50	1.97	30.70	1.92	33.40	2.09	-	-	28.40	1.78	27.40	1.71	28.60	1.79
	07:00 - 08:00	33.40	2.09	34.20	2.14	38.50	2.41	-	-	33.90	2.12	36.40	2.28	38.10	2.38
	08:00 - 09:00	29.80	1.86	32.40	2.03	30.80	1.93	-	-	32.40	2.03	40.50	2.53	41.60	2.60
	09:00 - 10:00	27.90	1.74	30.50	1.91	30.20	1.89	-	-	2.70	0.17	36.50	2.28	39.40	2.46
	10:00 - 11:00	17.80	1.11	3.80	0.24	15.60	0.98	-	-	18.30	1.14	37.30	2.33	33.20	2.08
	11:00 - 12:00	27.80	1.74	3.20	0.20	29.70	1.86	-	-	26.50	1.66	28.70	1.79	35.20	2.20
	12:00 - 13:00	18.90	1.18	2.50	0.16	20.40	1.28	-	-	18.90	1.18	29.60	1.85	38.40	2.40
	13:00 - 14:00	35.40	2.21	7.20	0.45	34.50	2.16	-	-	25.60	1.60	33.20	2.08	42.30	2.64
	14:00 - 15:00	16.80	1.05	9.20	0.58	17.90	1.12	-	-	16.70	1.04	34.20	2.14	40.80	2.55
	15:00 - 16:00	19.20	1.20	10.40	0.65	23.40	1.46	-	-	19.60	1.23	35.30	2.21	36.70	2.29
	16:00 - 17:00	22.50	1.41	19.60	1.23	19.80	1.24	-	-	21.40	1.34	29.80	1.86	28.70	1.79
	17:00 - 18:00	30.40	1.90	31.40	1.96	32.40	2.03	-	-	33.60	2.10	30.40	1.90	29.60	1.85
	18:00 - 19:00	22.40	1.40	16.80	1.05	18.60	1.16	-	-	15.30	0.96	17.50	1.09	19.40	1.21

APÉNDICE N° 05.

Mediciones en el reservorio para obtener el volumen de consumo horario mayo

RESERVORIO RECTANGULAR - LOCALIDAD EL GUAYO															
Semana 3	Fecha	15/05/2023		16/05/2023		17/05/2023		18/05/2023		19/05/2023		20/05/2023		21/05/2023	
	DÍA	Lunes		Martes		Miercoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo	
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)												
	05:30 - 06:00	5.7	0.356	-	-	6.3	0.394	6.8	0.425	-	-	7.4	0.463	8.2	0.513
	06:00 - 07:00	31.5	1.969	-	-	33.4	2.088	32.4	2.025	-	-	30.4	1.9	31.3	1.956
	07:00 - 08:00	33.4	2.088	-	-	32.9	2.056	35.3	2.206	-	-	39.4	2.463	40.1	2.506
	08:00 - 09:00	29.8	1.863	-	-	24.7	1.544	29.5	1.844	-	-	38.7	2.419	38.4	2.4
	09:00 - 10:00	27.9	1.744	-	-	25.3	1.581	28.7	1.794	-	-	28.6	1.788	35.6	2.225
	10:00 - 11:00	17.8	1.113	-	-	24.3	1.519	22.4	1.4	-	-	32.8	2.05	34.6	2.163
	11:00 - 12:00	27.8	1.738	-	-	26.7	1.669	24.6	1.538	-	-	37.9	2.369	36.4	2.275
	12:00 - 13:00	21.3	1.331			19.6	1.225	20.7	1.294			40.4	2.525	35.2	2.2
	13:00 - 14:00	35.4	2.213	-	-	34.5	2.156	32.7	2.044	-	-	39.1	2.444	32.8	2.05
	14:00 - 15:00	19.7	1.231	-	-	24.9	1.556	21.6	1.35	-	-	38.4	2.4	35.8	2.238
	15:00 - 16:00	18.2	1.138	-	-	22.4	1.4	24.6	1.538	-	-	34.8	2.175	25.6	1.6
	16:00 - 17:00	17.6	1.1	-	-	20.1	1.256	19.8	1.238	-	-	32.5	2.031	28.7	1.794
	17:00 - 18:00	31.2	1.95			32.4	2.025	32.7	2.044			29.8	1.863	31.6	1.975
	18:00 - 19:00	18.5	1.156	-	-	21.3	1.331	15.3	0.956	-	-	19.7	1.23	22.3	1.394

APÉNDICE N° 06.

Mediciones en el reservorio para obtener el volumen de consumo horario mayo y junio

RESERVORIO RECTANGULAR - LOCALIDAD EL GUAYO														
Fecha	29/05/2023		30/05/2023		31/05/2023		01/06/2023		02/06/2023		03/06/2023		04/06/2023	
DÍA	Lunes		Martes		Miercoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo	
Horario	H Consumida (cm)	V (m3)												
05:30 - 06:00	-	-	6.80	0.425	7.20	0.45	5.80	0.36	8.30	0.52	-	-	8.60	0.54
06:00 - 07:00	-	-	33.40	2.088	32.10	2.01	30.90	1.93	31.20	1.95	-	-	31.20	1.95
07:00 - 08:00	-	-	34.50	2.156	33.40	2.09	33.70	2.11	35.40	2.21	-	-	39.20	2.45
08:00 - 09:00	-	-	34.50	2.156	35.20	2.20	29.50	1.84	32.10	2.01	-	-	38.90	2.43
09:00 - 10:00	-	-	27.30	1.706	25.70	1.61	27.40	1.71	28.90	1.81	-	-	37.80	2.36
10:00 - 11:00	-	-	1.80	0.113	17.30	1.08	22.40	1.40	24.60	1.54	-	-	35.40	2.21
11:00 - 12:00	-	-	2.80	0.175	26.70	1.67	27.50	1.72	31.50	1.97	-	-	38.60	2.41
12:00 - 13:00			4.30	0.269	23.40	1.46	21.20	1.33	19.80	1.24			34.60	2.16
13:00 - 14:00	-	-	5.60	0.35	32.40	2.03	34.10	2.13	30.40	1.90	-	-	40.10	2.51
14:00 - 15:00	-	-	9.20	0.575	23.40	1.46	31.40	1.96	25.60	1.60	-	-	36.70	2.29
15:00 - 16:00	-	-	12.40	0.775	18.40	1.15	23.40	1.46	24.60	1.54	-	-	37.80	2.36
16:00 - 17:00	-	-	19.70	1.231	19.80	1.24	21.60	1.35	19.60	1.23	-	-	28.90	1.81
17:00 - 18:00			29.80	1.863	25.70	1.61	31.30	1.96	32.70	2.04			31.20	1.95
18:00 - 19:00	-	-	19.60	1.225	24.30	1.52	18.60	1.16	22.50	1.41	-	-	22.80	1.43

APÉNDICE N° 07.

Resumen del consumo general en m³ por hora de la primera semana

Primera semana (17/04/2023 - 21/04/2023)							
Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
05:30 - 06:00	0.39	0.47	0.36	0.37	0.39	0.53	0.54
06:00 - 07:00	1.91	2.05	2.14	2.14	1.74	1.89	1.95
07:00 - 08:00	2.28	2.12	2.34	2.18	2.16	2.66	2.39
08:00 - 09:00	1.89	1.86	1.98	1.86	2.07	2.51	2.51
09:00 - 10:00	1.79	1.86	1.83	1.89	1.71	1.71	2.26
10:00 - 11:00	1.02	0.51	1.09	1.16	1.21	1.12	2.03
11:00 - 12:00	1.65	0.32	1.76	1.71	1.74	1.46	2.28
12:00 - 13:00	1.16	0.29	1.22	1.09	1.39	1.23	2.20
13:00 - 14:00	2.16	0.07	2.27	2.14	2.16	1.92	2.35
14:00 - 15:00	1.09	0.50	1.16	1.22	0.96	1.23	2.24
15:00 - 16:00	1.16	0.78	1.11	1.08	1.14	1.56	2.07
16:00 - 17:00	1.40	1.18	1.35	1.24	1.59	1.10	2.03
17:00 - 18:00	1.73	1.78	1.96	1.88	1.90	1.86	1.79
18:00 - 19:00	0.96	1.05	1.08	0.98	1.09	1.00	1.11
Consumo diario m ³	20.19	14.38	21.29	20.56	20.86	21.24	27.20
cons.max. horario m ³	2.28	2.12	2.34	2.18	2.16	2.66	2.51

APÉNDICE N° 08.

Resumen del consumo general en m³ por hora de la segunda semana

Segunda semana (01/05/2023 - 07/05/2023)							
Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
05:30 - 06:00	0.36	0.53	0.43	-	0.41	0.54	0.51
06:00 - 07:00	1.97	1.92	2.09	-	1.78	1.71	1.79
07:00 - 08:00	2.09	2.14	2.41	-	2.12	2.28	2.38
08:00 - 09:00	1.86	2.03	1.93	-	2.03	2.53	2.60
09:00 - 10:00	1.74	1.91	1.89	-	0.17	2.28	2.46
10:00 - 11:00	1.11	0.24	0.98	-	1.14	2.33	2.08
11:00 - 12:00	1.74	0.20	1.86	-	1.66	1.79	2.20
12:00 - 13:00	1.18	0.16	1.28	-	1.18	1.85	2.40
13:00 - 14:00	2.21	0.45	2.16	-	1.60	2.08	2.64
14:00 - 15:00	1.05	0.58	1.12	-	1.04	2.14	2.55
15:00 - 16:00	1.20	0.65	1.46	-	1.23	2.21	2.29
16:00 - 17:00	1.41	1.23	1.24	-	1.34	1.86	1.79
17:00 - 18:00	1.90	1.96	2.03	-	2.10	1.90	1.85
18:00 - 19:00	1.40	1.05	1.16	-	0.96	1.09	1.21
Consumo diario m ³	20.86	14.49	21.58	-	18.33	26.05	28.25
cons.max. horario m ³	2.21	2.14	2.41	-	2.12	2.53	2.64

APÉNDICE N° 09.

Resumen del consumo general en m³ por hora de la tercera semana

Tercera semana (15/05/2023 - 21/05/2023)							
Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
05:30 - 06:00	0.36	-	0.39	0.43	-	0.46	0.51
06:00 - 07:00	1.97	-	2.09	2.03	-	1.90	1.96
07:00 - 08:00	2.09	-	2.06	2.21	-	2.46	2.51
08:00 - 09:00	1.86	-	1.54	1.84	-	2.42	2.40
09:00 - 10:00	1.74	-	1.58	1.79	-	1.79	2.23
10:00 - 11:00	1.11	-	1.52	1.40	-	2.05	2.16
11:00 - 12:00	1.74	-	1.67	1.54	-	2.37	2.28
12:00 - 13:00	1.33	-	1.23	1.29	-	2.53	2.20
13:00 - 14:00	2.21	-	2.16	2.04	-	2.44	2.05
14:00 - 15:00	1.23	-	1.56	1.35	-	2.40	2.24
15:00 - 16:00	1.14	-	1.40	1.54	-	2.18	1.60
16:00 - 17:00	1.10	-	1.26	1.24	-	2.03	1.79
17:00 - 18:00	1.95	-	2.03	2.04	-	1.86	1.98
18:00 - 19:00	1.16	-	1.33	0.96	-	1.23	1.39
Consumo diario m ³	20.63	-	21.41	21.27	-	27.66	26.78
cons.max. horario m ³	2.21	-	2.16	2.21	-	2.53	2.51

APÉNDICE N° 10.

Resumen del consumo general en m³ por hora de la cuarta semana

Cuarta semana (30/05/2023 -04/06/2023)							
Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
05:30 - 06:00	-	0.425	0.45	0.3625	0.51875	-	0.5375
06:00 - 07:00	-	2.0875	2.00625	1.93125	1.95	-	1.95
07:00 - 08:00	-	2.15625	2.0875	2.10625	2.2125	-	2.45
08:00 - 09:00	-	2.15625	2.2	1.84375	2.00625	-	2.43125
09:00 - 10:00	-	1.70625	1.60625	1.7125	1.80625	-	2.3625
10:00 - 11:00	-	0.1125	1.08125	1.4	1.5375	-	2.2125
11:00 - 12:00	-	0.175	1.66875	1.71875	1.96875	-	2.4125
12:00 - 13:00		0.26875	1.4625	1.325	1.2375		2.1625
13:00 - 14:00	-	0.35	2.025	2.13125	1.9	-	2.50625
14:00 - 15:00	-	0.575	1.4625	1.9625	1.6	-	2.29375
15:00 - 16:00	-	0.775	1.15	1.4625	1.5375	-	2.3625
16:00 - 17:00	-	1.23125	1.2375	1.35	1.225	-	1.80625
17:00 - 18:00		1.8625	1.60625	1.95625	2.04375		1.95
18:00 - 19:00	-	1.225	1.51875	1.1625	1.40625	-	1.425
Consumo diario m ³	-	14.68	21.11	22.06	22.43	-	28.33
cons.max. horario m ³	-	2.16	2.20	2.13	2.21	-	2.51

APÉNDICE N° 11.

Día del máximo consumo de la primera semana

Semana 1	Fecha	23/04/2023			
	DÍA	Domingo			
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)	V (l/h)	V (l/s)
05:30 - 06:00	8.60	0.54	537.50	0.15	
06:00 - 07:00	31.20	1.95	1950.00	0.54	
07:00 - 08:00	38.30	2.39	2393.75	0.66	
08:00 - 09:00	40.10	2.51	2506.25	0.70	
09:00 - 10:00	36.20	2.26	2262.50	0.63	
10:00 - 11:00	32.40	2.03	2025.00	0.56	
11:00 - 12:00	36.50	2.28	2281.25	0.63	
12:00 - 13:00	35.20	2.20	2200.00	0.61	
13:00 - 14:00	37.60	2.35	2350.00	0.65	
14:00 - 15:00	35.80	2.24	2237.50	0.62	
15:00 - 16:00	33.10	2.07	2068.75	0.57	
16:00 - 17:00	32.40	2.03	2025.00	0.56	
17:00 - 18:00	28.70	1.79	1793.75	0.50	
18:00 - 19:00	17.70	1.11	1106.25	0.31	

APÉNDICE N° 12.

Día del máximo consumo de la segunda semana

Semana 2	Fecha	07/05/2023			
	DÍA	Domingo			
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)	V (l/h)	V (l/s)
05:30 - 06:00	8.20	0.51	512.50	0.14	
06:00 - 07:00	28.60	1.79	1787.50	0.50	
07:00 - 08:00	38.10	2.38	2381.25	0.66	
08:00 - 09:00	41.60	2.60	2600.00	0.72	
09:00 - 10:00	39.40	2.46	2462.50	0.68	
10:00 - 11:00	33.20	2.08	2075.00	0.58	
11:00 - 12:00	35.20	2.20	2200.00	0.61	
12:00 - 13:00	38.40	2.40	2400.00	0.67	
13:00 - 14:00	42.30	2.64	2643.75	0.73	
14:00 - 15:00	40.80	2.55	2550.00	0.71	
15:00 - 16:00	36.70	2.29	2293.75	0.64	
16:00 - 17:00	28.70	1.79	1793.75	0.50	
17:00 - 18:00	29.60	1.85	1850.00	0.51	
18:00 - 19:00	19.40	1.21	1212.50	0.34	

APÉNDICE N° 13.

Día del máximo consumo de la tercera semana

Semana 3	Fecha	20/05/2023			
	DÍA	Sabado			
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)	V (l/h)	V (l/s)
	05:30 - 06:00	7.40	0.46	462.50	0.13
	06:00 - 07:00	30.40	1.90	1900.00	0.53
	07:00 - 08:00	39.40	2.46	2462.50	0.68
	08:00 - 09:00	38.70	2.42	2418.75	0.67
	09:00 - 10:00	28.60	1.79	1787.50	0.50
	10:00 - 11:00	32.80	2.05	2050.00	0.57
	11:00 - 12:00	37.90	2.37	2368.75	0.66
	12:00 - 13:00	40.40	2.53	2525.00	0.70
	13:00 - 14:00	39.10	2.44	2443.75	0.68
	14:00 - 15:00	38.40	2.40	2400.00	0.67
	15:00 - 16:00	34.80	2.18	2175.00	0.60
	16:00 - 17:00	32.50	2.03	2031.25	0.56
17:00 - 18:00	29.80	1.86	1862.50	0.52	
18:00 - 19:00	19.70	1.23	1231.25	0.34	

APÉNDICE N° 14.

Día del máximo consumo de la cuarta semana

Semana 4	Fecha	04/06/2023			
	DÍA	Domingo			
	Horario	H Consumida (cm)	V (m3)	V (l/h)	V (l/s)
	05:30 - 06:00	8.60	0.54	537.50	0.15
	06:00 - 07:00	31.20	1.95	1950.00	0.54
	07:00 - 08:00	39.20	2.45	2450.00	0.68
	08:00 - 09:00	38.90	2.43	2431.25	0.68
	09:00 - 10:00	37.80	2.36	2362.50	0.66
	10:00 - 11:00	35.40	2.21	2212.50	0.61
	11:00 - 12:00	38.60	2.41	2412.50	0.67
	12:00 - 13:00	34.60	2.16	2162.50	0.60
	13:00 - 14:00	40.10	2.51	2506.25	0.70
	14:00 - 15:00	36.70	2.29	2293.75	0.64
	15:00 - 16:00	37.80	2.36	2362.50	0.66
	16:00 - 17:00	28.90	1.81	1806.25	0.50
17:00 - 18:00	31.20	1.95	1950.00	0.54	
18:00 - 19:00	22.80	1.43	1425.00	0.40	

APÉNDICE N° 15.

Caudales y coeficientes de consumo

MESES	MES 1	MES 2	PROM (L/s)
Caudal medio (L/s)	0.43	0.46	0.44
Caudal máximo diario (L/s)	0.57	0.57	0.57
Caudal Max horario (L/s)	0.74	0.70	0.72
K1	1.29	1.29	1.29
k2	1.66	1.58	1.62
k3	2.14	2.04	2.09

APÉNDICE N° 16.

Usuarios de la localidad del Guayo

NUMERO	MONBRE	NUMERO	MONBRE	NUMERO	MONBRE
1	ALINDOR CHUQUITUCTO PLASENCIA	32	EUGUENIO GAMBOA MENDOZA	63	NOEMI YUPANQUI MENDOZA
2	MANUEL CHUQUITUCTO PLASENCIA	33	GUILLERMO QUISQUICHE MARTINE	64	IASBEL YUPANQUI GALARRETA
3	FLAVIO CHUQUITUCTO CASTILLO	34	ANTONIA QUISPE LLATAS	65	MARCIAL SALDAÑA CHUQUITUCTU
4	VICTOR CHUQUITUCTO CASTILLO	35	SANTOS SAAVEDRA CARVAJAL	66	EDILBERTO CHUQUITUCTO LEYVA
5	SANTOS SALDAÑA MONTOYA	36	SANTOS SAAVEDRA CUENCA	67	INES SAAVEDRA CARVAJAL
6	PEDRO YUPANQUI QUIROZ	37	TEOFILO SALDAÑA MIRANDA	68	NOE SANCHEZ VAZQUEZ
7	SANTIAGO TUESTA QUISQUICHE	38	ASUNCION LLATAS GAMBOA	69	JUAQUIN LEYVA SAAVEDRA
8	MARIA LLATAS VAZQUEZ	39	JUAN ALCANTARA CONTRERAS	70	VICTOR ALCANTARA NARRO
9	CATALINA TUESTA LLATAS	40	LISAURA FLORES NARRO	71	MARUJA LLATAS FLORES
10	ANGEL YUPANQUI QUIROZ	41	MAURO FLORES SANCHEZ	72	ANDRES NEIRA PORTILLA
11	EMILIO YUPANQUI ACOSTA	42	SANTIAGO QUISQUICHE LLATAS	73	JUAN MUÑOZ GUARNIZ
12	WILDER LLATAS HERRERA	43	JUANA SANCHEZ VAZQUEZ	74	SAMUEL MUÑOZ GUARNIZ
13	IGNACIO TUETA QUISQUICHE	44	MAXIMA LLATAS FLORES	75	FRANCISCA MUÑOZ GUARNIZ
14	ELSA TUESTA YUPANQUI	45	REYES LEYVA SANCHEZ	76	APARICIO SANCHEZ VAZQUEZ
15	ENRIQUE ALVITREZ SALDAÑA	46	MATILDE FLORES SANCHEZ	77	MARITZA MUÑOZ CABANILAS
16	FLAVIO FLORES SANCHEZ	47	ROSAURA SANCHEZ TAFUR	78	WILIAN LEYVA MUÑOZ
17	LUCILA FLORES CRISOLOGO	48	HERMINIA TELLO NARRO	79	IGLESIA ADVENTISTA SANTOS SAAVEDRA
18	CLAUDINA GUARNIZ TAFUR	49	SANTOS LLATAS GAMBOA	80	SEGUNDOESPINOSA MUÑOZ
19	MARGARITA SAAVEDRA CUENCA	50	IDELSO CHUQUITUCTO LEYVA	81	DAVID APOLITENO NARRO
20	ROSA SALDAÑA TORRES	51	ROSA LLATAS GAMBOA	82	JUAN AZAÑERO MENDOZA
21	SANTIAGO CHUQUITUCTO HUAMAN	52	JULIA COTRINA ARANA	83	NILA CHUQUIRUNA NIMBOMA
22	FRANCISCO CHUQUITUCTO CUENCA	53	MARGARITA GUARNIZ VALDIVIA	84	CLORINDA CHAVEZ RODRIGUEZ
23	SEGUNDO ALVITEZ TUESTA	54	ANDREA SANCHEZ CRISOLOGO	85	FANY RUIZ PORTILLA
24	ANTERO CHUQUITUCTO HUAMAN	55	VICTOR LLATAS GAMBOA	86	I.E. INICIAL EL GUAYO- NIVEL PRIMARIO
25	MELCHORA ALVITEZ TUESTA	56	SANTOS AZAÑERO QUISQUICHE	87	I. E. PRIMARIA EL GUAYO- NOVEL INICIAL
26	FIDENCIO FLORES SANCHEZ	57	REYES LLATAS AZAÑERO	88	WILSON IDALGO ESPINO
27	ROSAS TUESTA LLATAS	58	IGLESIA ROSA LLATAS GAMBOA	89	MARIO LEYVA SAAVEDRA
28	MARIA FLOR SALDAÑA LLATAS	59	JESUS SALDAÑA LLATAS	90	DOMITILAALVARADO JULCA
29	OCTAVIO SALDAÑA MONTOYA	60	CLAUDINA LEYVA SAAVEDRA	91	ELMER NEYRA LEON
30	SANTOS SANCHEZ VAZQUEZ	61	VIOLETA MIRANDA SALDAÑA	92	TOMASA QUISQUICHE MARTINES
31	GONZALO SANCHEZ TAFUR	62	JONI YUPANQUI MENDOZA	93	SANTOS FLORES SANCHEZ

APÉNDICE N°17.

Presiones estáticas obtenidas del modelamiento en WaterCAD

DOMINGO (04/06/2023) - (1PM-2PM)	N°	VIVIENDA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	PRESIÓN(bar)	PRESIÓN(m.c.a)
	1	V 11	766,717.83	9,192,088.61	1,730.80	0.4	4.08
	2	V 25	766,705.55	9,193,431.27	1,714.17	1.1	11.22
	3	V 26	766,602.67	9,193,407.65	1,718.05	0.7	7.14
	4	V 27	766,622.91	9,193,474.93	1,720.15	0.5	5.10
	5	V 32	766,832.30	9,193,547.86	1,646.88	7.5	76.50
	6	V 35	766,940.05	9,193,564.40	1,630.43	0.5	5.10
	7	V 39	766,930.19	9,193,746.11	1,552.29	7.9	80.58
	8	V 41	766,937.28	9,193,933.16	1,552.03	7.8	79.56
	9	V 42	766,972.83	9,193,879.68	1,548.16	8.4	85.68
	10	V 48	766,885.44	9,193,843.15	1,551.94	7.8	79.56
	11	V 65	766,745.46	9,194,037.91	1,554.95	7.3	74.46
	12	V 68	766,492.49	9,194,154.00	1,553.23	7.7	78.54
	13	V 76	766,126.77	9,194,240.06	1,554.13	0.7	7.14
	14	V 79	766,052.53	9,194,301.01	1,549.95	1.1	11.22
	15	V 82	765,813.34	9,194,118.84	1,644.00	7.6	77.52

APÉNDICE N° 17.

Análisis Físicoquímico y Bacteriológico de la muestra de agua en la captación peña caída



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA:

SOLICITANTE : YUPANQUI MIRANDA DEIMAN AUDEL
 PUNTO DE MUESTREO : CAPTACIÓN PEÑA CAÍDA - COM. PALO BLANCO
 LOCALIDAD : EL GUAYO
 DISTRITO : CONTUMAZÁ
 PROVINCIA : CONTUMAZÁ
 REGIÓN : CAJAMARCA
 FECHA DE ANÁLISIS : 04 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

PARÁMETRO	UNIDAD	M-1	LPM
		RUSULTADO	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO			
TURBIEDAD	UNT	>0.02	5
PH, A 20 °C	..	>58.00	6.5 a 8.5
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	>110.00	1500
DUREZA TOTAL	Mg/L	>27.00	500
COLOR	UCV	>8.00	15
CLORUROS	mg/L	> 6.00	250
FLUORUROS	mg/L	>0.01	1
SULFATOS	mg/L	>1.20	250
NITRATOS	mg/L	>2.20	50
ALUMINIO	mg/L	>47.00	0.2
COBRE	mg/L	>19.00	2.0
CROMO TOTAL	mg/L	>21.00	0.05
HIERRO	mg/L	>19.00	0.3
MANGANESO	mg/L	>78.00	0.4
ZINC	mg/L	>12.00	3.0
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	MM/100 mL	0	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	MM/100 mL	0	0

LMP = Límites máximos permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad

UFC = Unidad Formadora de Colonias

MUESTRA:

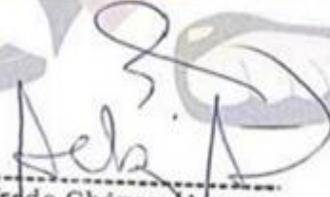
M-1: muestreada y alcanzada al laboratorio por el tesista.

COMENTARIO:

Los Resultados de la muestra se compara con los LPM dados por el reglamento de calidad de agua para consumo humano, según D.S, N° 031- 2010- SA

La turbiedad es aceptable se encuentra dentro de los parámetros permisibles, de igual manera los otros parámetros físicoquímicos evaluados. No se encuentran presentes coliformes totales es decir el agua del manantial peña caída es de muy buena calidad.

Cajamarca ,04 de septiembre del 2023



Ing. Alfredo Chávez Álvarez
 Jefe (e) Oficina de Control de Calidad
 E.P.S. SEDACAJ S.A.



OFICINA PRINCIPAL
 ● Jr. Cruz de Piedra N° 150
 ● sedacaj@sedacaj.com.pe
 ● 076-363660

OFICINA COMERCIAL
 ● Av. Perú N° 658
 ● C.C. El Quinde - 3do Nivel
 ● 076-367952



PANEL FOTOGRÁFICO

Foto 14: Verificando el estado y las dimensiones de la captación “peña caída”



Foto 15: Vista interior de la captación de manantial “peña caída”



Foto 16: Aforo del caudal de llegada al reservorio



Foto 17: Mediciones en el reservorio



Foto 18: Captación peña caída



Foto 19: Cámara rompe presión en la red de distribución



Foto 20: Pase aéreo en la línea de conducción de 60 metros de longitud



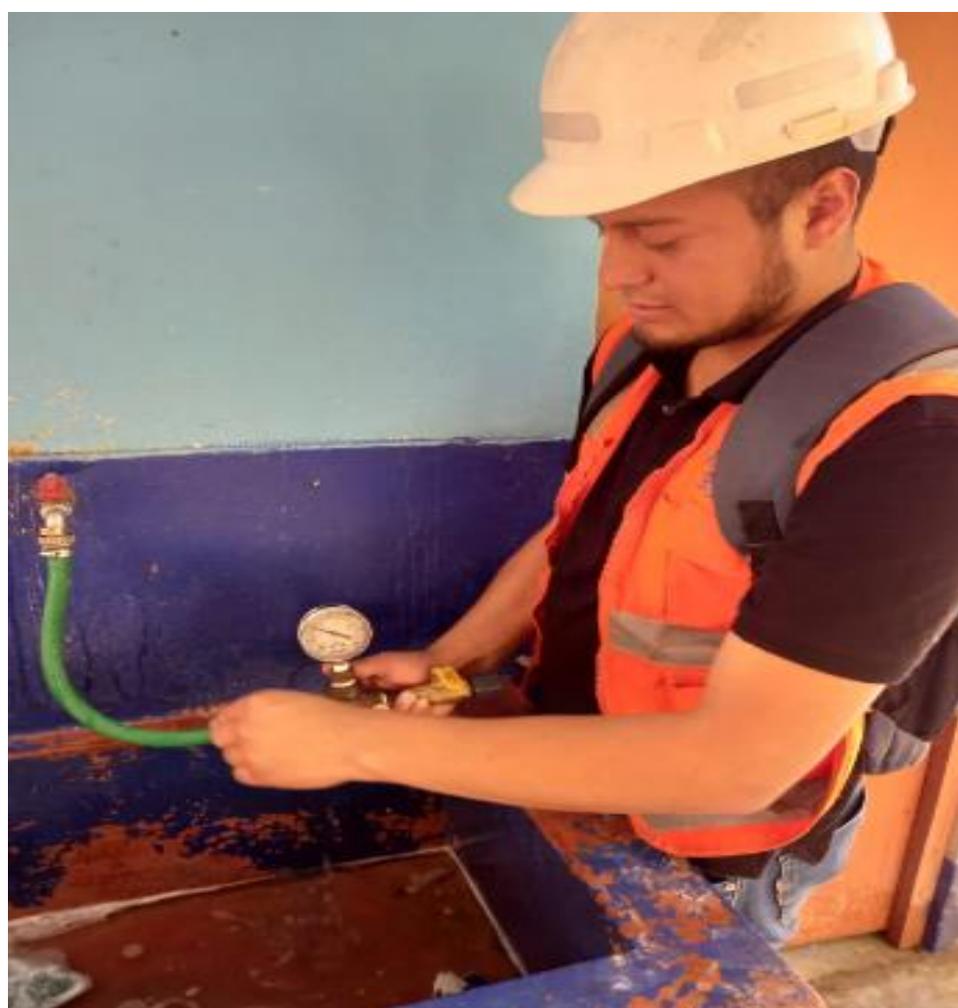
Foto 21: Pase aéreo en la línea de conducción de 60 metros de longitud



Foto 22: Medición de presión dinámica en campo



Foto 23: Medición de presión dinámica con el manómetro



9192400

766700.0000

766600.0000

766500.0000

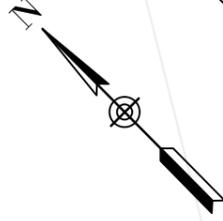
9192100.0000

9192000.0000

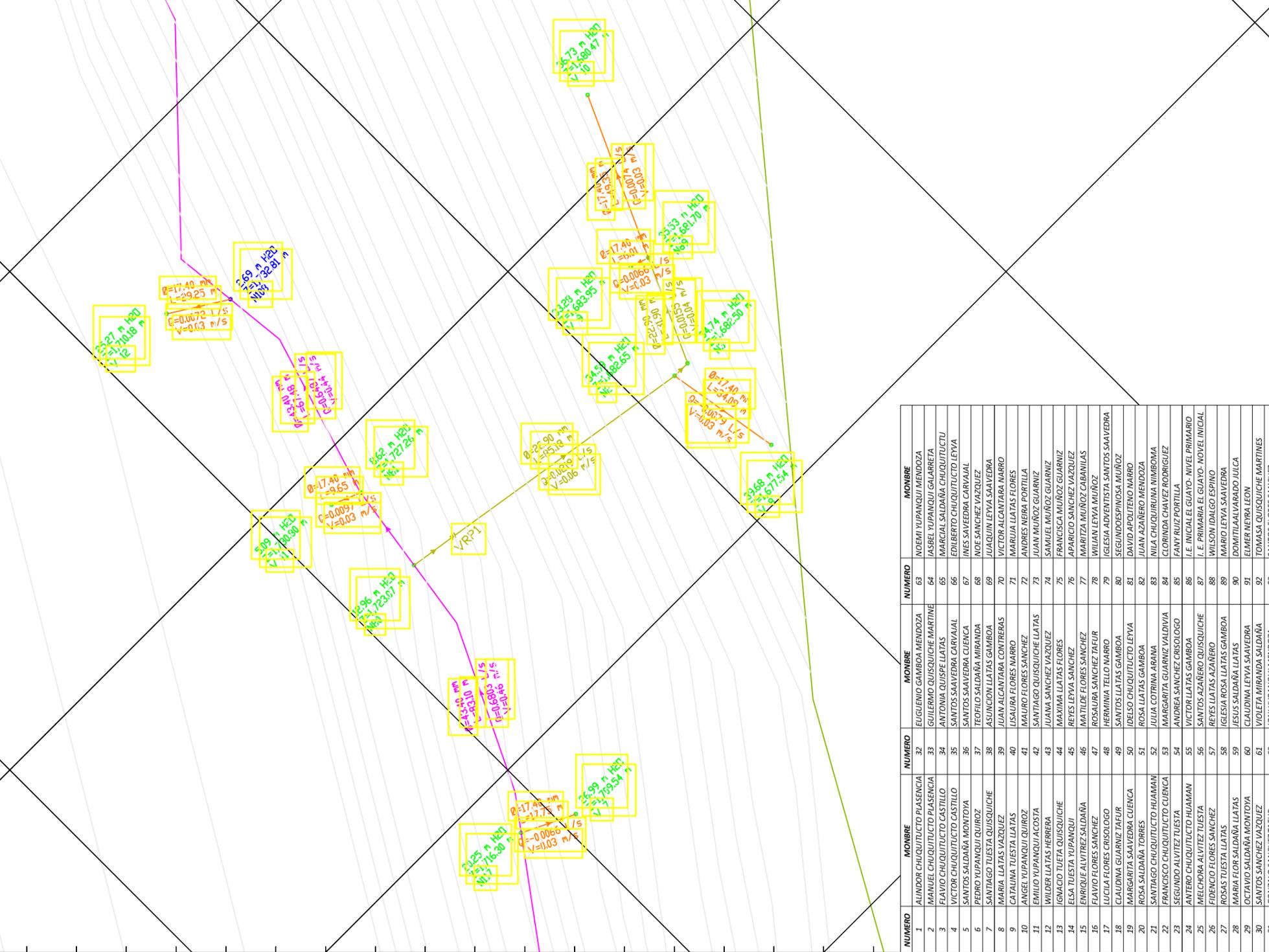
9192200.0000

9192100.0000

767000.0000



Label	X (m)	Y (m)	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
V 1	766,241.44	9,191,172.95	1,712.89	1,725.51	12.60
V 2	766,370.04	9,191,281.29	1,706.00	1,725.51	19.47
V 3	766,389.23	9,191,329.31	1,710.90	1,725.51	14.58
V 4	766,436.61	9,191,346.59	1,670.00	1,725.49	56.38
V 5	766,458.16	9,191,366.63	1,688.00	1,725.49	37.41
V 6	766,655.68	9,191,796.29	1,720.01	1,737.72	17.68
V 7	766,818.13	9,192,012.32	1,677.54	1,717.30	39.68
V 9	766,825.69	9,192,076.31	1,683.95	1,717.30	33.28
V 10	766,851.47	9,192,119.38	1,680.47	1,717.28	36.73
V 11	766,717.83	9,192,088.61	1,730.80	1,735.90	5.09
V 12	766,733.06	9,192,159.98	1,701.18	1,735.50	25.27
V 13	767,315.85	9,193,554.58	1,572.00	1,614.50	42.42
V 14	767,314.26	9,193,756.58	1,591.61	1,614.52	22.86
V 15	767,145.87	9,193,353.31	1,680.21	1,727.72	47.41
V 16	767,099.75	9,193,388.71	1,700.97	1,727.57	26.54
V 17	767,299.69	9,193,285.42	1,609.39	1,659.06	49.57
V 18	767,206.90	9,193,397.14	1,635.33	1,659.07	23.70
V 19	767,222.39	9,193,448.99	1,626.74	1,659.07	32.27
V 20	767,138.35	9,193,547.84	1,624.46	1,659.07	34.54
V 21	767,173.60	9,193,596.72	1,592.51	1,659.07	66.42
V 22	767,042.26	9,193,385.60	1,710.86	1,727.33	16.44
V 23	766,860.81	9,193,455.04	1,696.22	1,726.29	30.02
V 24	766,768.70	9,193,418.71	1,709.81	1,726.08	16.23
V 25	766,705.55	9,193,481.27	1,714.17	1,726.07	11.87
V 26	766,602.67	9,193,407.65	1,718.05	1,726.06	7.99
V 27	766,622.91	9,193,474.93	1,720.15	1,726.06	5.89
V 28	766,473.07	9,193,618.17	1,655.33	1,726.05	70.58
V 29	766,791.78	9,193,530.64	1,675.79	1,725.62	49.73
V 30	766,731.99	9,193,584.19	1,652.10	1,725.61	73.36
V 31	766,845.79	9,193,503.64	1,673.26	1,725.57	52.20
V 32	766,832.30	9,193,547.86	1,646.88	1,725.54	78.50
V 33	766,796.53	9,193,604.96	1,589.82	1,633.93	44.02
V 34	766,734.28	9,193,644.49	1,578.11	1,633.93	55.71
V 35	766,940.05	9,193,564.40	1,630.43	1,656.16	5.72
V 36	766,703.41	9,193,778.55	1,575.69	1,635.98	60.18
V 37	766,635.28	9,193,820.82	1,606.93	1,635.97	28.99
V 38	766,559.23	9,193,839.03	1,602.49	1,635.96	33.40
V 39	766,930.19	9,193,746.11	1,552.29	1,635.35	82.90
V 40	766,977.17	9,193,988.89	1,572.29	1,634.59	82.41
V 41	766,937.28	9,193,933.16	1,552.03	1,634.61	86.29
V 42	766,972.83	9,193,879.68	1,548.16	1,634.62	86.29
V 43	767,046.01	9,193,772.13	1,571.49	1,634.55	62.94
V 44	767,120.95	9,193,706.04	1,568.00	1,634.50	66.37
V 45	767,165.82	9,193,644.47	1,575.83	1,634.48	58.53
V 46	767,491.18	9,193,642.84	1,512.02	1,559.25	47.14
V 47	767,529.03	9,193,818.23	1,475.41	1,505.10	29.63
V 48	766,885.44	9,193,843.15	1,551.94	1,624.75	82.64
V 49	766,819.32	9,193,859.94	1,560.98	1,624.62	73.49
V 50	766,814.05	9,193,889.93	1,562.38	1,634.50	71.98
V 51	766,866.88	9,193,935.33	1,564.34	1,634.36	69.88
V 52	766,826.48	9,193,920.80	1,564.07	1,634.41	70.20
V 53	766,834.13	9,193,933.47	1,564.67	1,634.38	69.57
V 54	766,874.38	9,193,927.67	1,564.34	1,634.36	69.88
V 55	765,510.00	9,194,626.51	1,519.39	1,550.88	31.43
V 56	765,768.65	9,194,584.08	1,532.19	1,550.80	18.58
V 57	766,814.96	9,193,902.38	1,563.00	1,634.47	71.33
V 58	766,873.80	9,193,896.18	1,563.40	1,634.37	70.83
V 59	766,890.04	9,193,887.70	1,558.81	1,634.36	75.40
V 60	766,868.40	9,193,987.42	1,556.36	1,634.32	77.80
V 61	766,840.06	9,193,995.14	1,556.26	1,634.33	77.91
V 62	766,796.48	9,193,972.19	1,561.34	1,634.29	72.80
V 63	766,762.83	9,193,967.27	1,563.33	1,634.26	70.78
V 64	766,647.80	9,193,942.67	1,586.21	1,634.22	47.91
V 65	766,745.46	9,194,037.91	1,554.95	1,634.22	79.12
V 66	766,624.78	9,194,085.36	1,559.41	1,634.18	74.62
V 67	766,533.92	9,194,102.05	1,560.93	1,634.16	73.08
V 68	766,492.49	9,194,154.00	1,553.23	1,634.15	80.76
V 69	766,519.84	9,193,752.11	1,675.59	1,725.42	49.73
V 70	766,411.94	9,193,738.58	1,697.14	1,725.35	28.15
V 71	766,306.73	9,193,876.58	1,663.51	1,725.24	61.61
V 72	766,242.35	9,193,898.09	1,666.89	1,725.20	58.20
V 73	766,057.72	9,194,022.00	1,615.34	1,640.81	31.63
V 74	766,136.23	9,194,141.33	1,573.63	1,604.81	31.11
V 75	766,065.29	9,194,235.88	1,539.52	1,561.60	22.04
V 76	766,126.77	9,194,240.06	1,544.13	1,561.58	7.44
V 77	766,207.35	9,194,313.25	1,544.44	1,561.56	17.08
V 78	766,304.29	9,194,326.81	1,529.11	1,561.55	32.38
V 79	766,052.53	9,194,301.01	1,549.95	1,561.57	11.60
V 80	765,940.94	9,194,376.93	1,523.01	1,561.56	38.47
V 81	766,135.54	9,194,495.58	1,513.96	1,561.53	47.48
V 82	765,813.34	9,194,118.84	1,644.00	1,724.52	80.36
V 83	765,433.61	9,194,225.45	1,625.65	1,653.43	27.73
V 84	765,649.47	9,194,294.41	1,598.55	1,614.18	15.60
V 85	765,456.94	9,194,480.87	1,567.91	1,613.96	45.96
V 86	766,861.09	9,193,921.96	1,565.40	1,634.36	68.82
V 87	766,871.83	9,193,917.65	1,565.30	1,634.36	68.92
V 88	765,593.64	9,194,644.42	1,530.47	1,550.86	20.34
V 89	765,128.29	9,194,702.63	1,577.62	1,613.95	36.36
V 90	765,778.78	9,194,607.55	1,526.24	1,550.80	24.51
V 91	765,588.56	9,194,638.91	1,511.77	1,550.86	39.01
V 92	765,504.67	9,194,618.20	1,521.60	1,550.88	29.22
V 93	765,779.12	9,194,587.21	1,530.43	1,550.80	20.33



NUMERO	MONBRE	NUMERO	MONBRE	NUMERO	MONBRE
1	ALONSO CHUQUITUCTO PIASENCIA	32	EUGUENO GAMBOA MENDOZA	63	INOEMI YUPANQUI MENDOZA
2	MANUEL CHUQUITUCTO PIASENCIA	33	GUILERMO QUISQUICHE MARTINE	64	IASREL YUPANQUI GALARRETA
3	FLAVIO CHUQUITUCTO CASTILLO	34	ANTONIA QUISPE LLATAS	65	MARCELA SALDANA CHUQUITUCTO
4	VICTOR CHUQUITUCTO CASTILLO	35	SANTOS SAAVEDRA CARVAJAL	66	EDILBERTO CHUQUITUCTO LEVA
5	SANTOS SALDANA MONTOYA	36	TEOFILO SALDANA MIRANDA	67	INES SAAVEDRA CARVAJAL
6	PIEDRO YUPANQUI QUIROZ	37	ASUNCION LLATAS GAMBOA	68	INDE SANCHEZ VAZQUEZ
7	SANTIAGO TUESTA QUISQUICHE	38	JUAN ALCANTARA CONTRERAS	69	VICTOR ALCANTARA NARRO
8	MARIA LLATAS VAZQUEZ	39	USALBA FLORES NARRO	70	VICTOR LLATAS FLORES
9	CATALINA TUESTA LLATAS	40	MALIBRO FLORES SANCHEZ	71	MARILYN NEIRA PORTILLA
10	ANGEL YUPANQUI ACOSTA	41	SANTIAGO QUISQUICHE LLATAS	72	JUAN MUÑOZ GUARNIZ
11	EMILIO YUPANQUI HERRERA	42	JUANA SANCHEZ VAZQUEZ	73	FRANCISCA MUÑOZ GUARNIZ
12	WILDER LLATAS HERRERA	43	MAXIMA LLATAS FLORES	74	MARITZA MUÑOZ CABANILLAS
13	IGNACIO TUESTA QUISQUICHE	44	ENRIQUE ALVITREZ SANCHEZ	75	WILAN LEYVA MUÑOZ
14	ELSA TUESTA YUPANQUI	45	ROSALBA FLORES SANCHEZ	76	IGLESIA ADVENTISTA SANTOS SAAVEDRA
15	ENRIQUE ALVITREZ SANCHEZ	46	HERMINIA TELLO NARRO	77	SEGUNDO ESPINOSA MUÑOZ
16	FLAVIO FLORES SANCHEZ	47	SANTOS LLATAS GAMBOA	78	DAVID APOLITERO NARRO
17	LUCILA FLORES CRISOLOGO	48	MARGARITA SAAVEDRA CUENCA	79	JUAN AZANERO MENDOZA
18	CLAUDINA GUARNIZ TAFUR	49	ROSALBA LLATAS GAMBOA	80	NILA CHUQUIRUMA NIMROMA
19	MARGARITA SAAVEDRA CUENCA	50	ROSALBA LLATAS GAMBOA	81	MARGARITA GUARNIZ VALDIVIA
20	ROSALBA LLATAS TORRES	51	JULIA COTRINA ARANA	82	CLORINDA CHAVEZ RODRIGUEZ
21	SANTIAGO CHUQUITUCTO HUAMAN	52	FRANCISCO CHUQUITUCTO CUENCA	83	FANY RUIZ PORTILLA
22	FRANCISCO CHUQUITUCTO CUENCA	53	SEGUNDO ALVITREZ TUESTA	84	I.E. INICIAL EL GUAYO - NOVEL INICIAL
23	SEGUNDO ALVITREZ TUESTA	54	MELCHOR ALVITREZ TUESTA	85	WILSON IDALGO ESPINO
24	ANTONIO CHUQUITUCTO HUAMAN	55	MELCHOR ALVITREZ TUESTA	86	MARIO LEYVA SAAVEDRA
25	MELCHOR ALVITREZ TUESTA	56	MELCHOR ALVITREZ TUESTA	87	DOMITILA ALVARADO JULCA
26	FIDENCIO FLORES SANCHEZ	57	MARIA FLOR SALDANA LLATAS	88	ELMER NEIRA LEON
27	ROSAS LLATAS	58	OCTAVIO SALDANA MONTOYA	89	VIOLETA MIRANDA SALDANA
28	MARIA FLOR SALDANA LLATAS	59	SANTOS SANCHEZ VAZQUEZ	90	SANTOS FLORES SANCHEZ
29	OCTAVIO SALDANA MONTOYA	60	GONZALO SANCHEZ TAFUR	91	
30	SANTOS SANCHEZ VAZQUEZ	61		92	
31	GONZALO SANCHEZ TAFUR	62		93	

RESUMEN HIDRÁULICO

Presión mínima: 5.09 m H2O
 Presión máxima: 86.29 m H2O
 Velocidad mínima: 0.003 m/s
 Velocidad máxima: 0.49 m/s

CAUDAL DE DISEÑO: 0m³/s
 Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad

LEYENDA

- TUBERIA: PVC C-10 - 1/2"
- TUBERIA: PVC C-10 - 3/4"
- TUBERIA: PVC C-10 - 1"
- TUBERIA: PVC C-10 - 1 1/2"
- CÁMARA RÓMPPE PRESIÓN
- RESERVORIO DE 10 M3
- NODO DEL SISTEMA

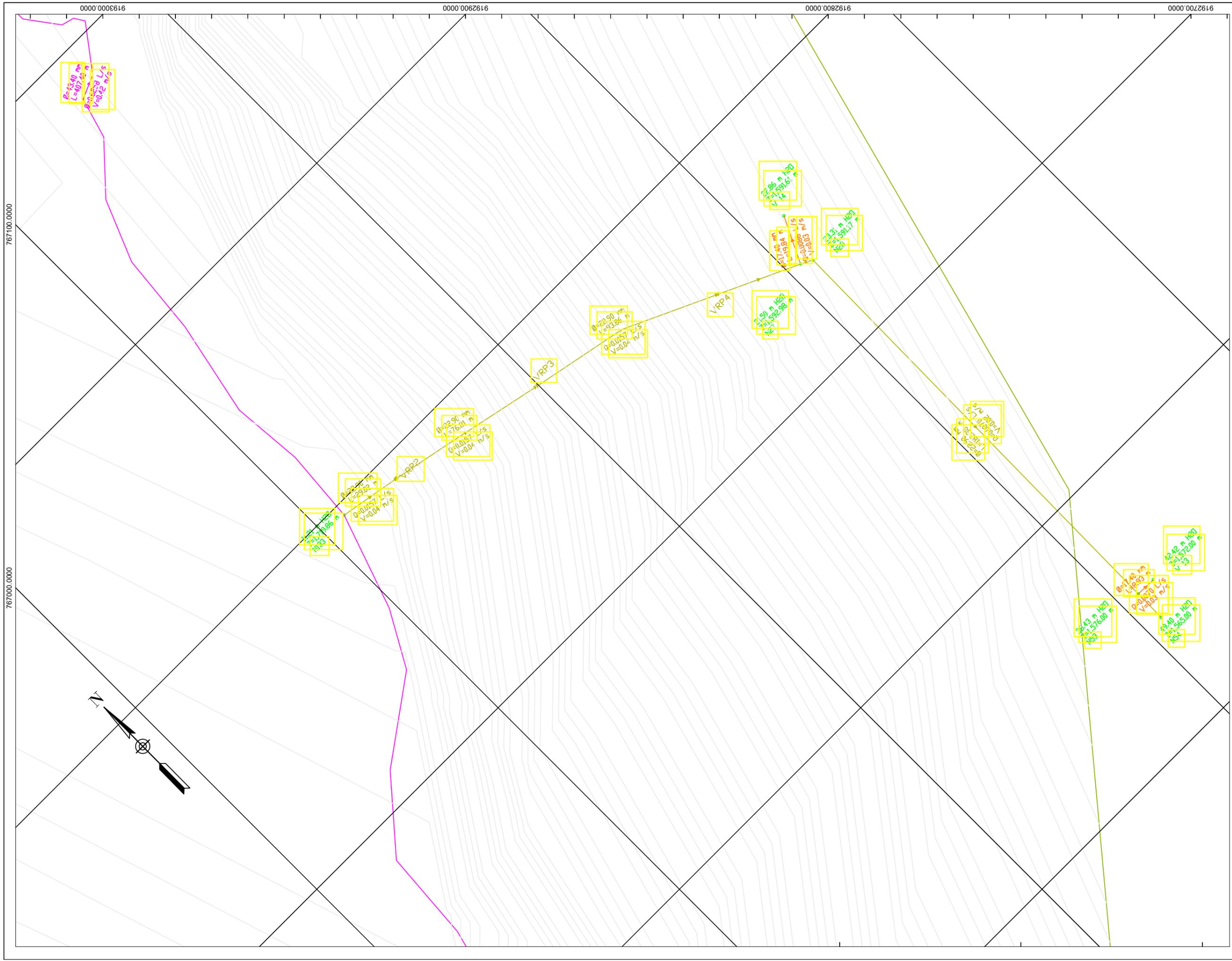
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA A. P. DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZA - CAJAMARCA 2023

PLANO N° **08**

PLANO: MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD

BACHILLER: Yupanqui Miranda, Deiman
 LOCALIDAD: GUAYO
 ASesor: Dr. Ing. Gaspar Mendez, Cruz
 FECHA: NOVIEMBRE 2023
 ESCALA: 1:125000



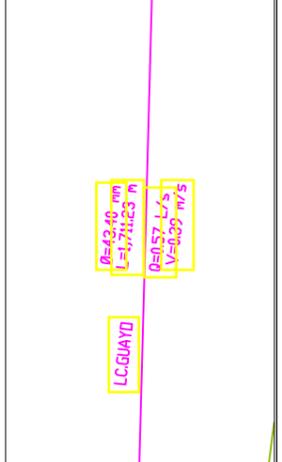
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA A. P. DE INGENIERÍA HIDRÁULICA
 TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZÁ - CAJAMARCA 2023

PLANO N° 07

PIANO: MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD

BACHILLER: Yupanqui Miranda, Deiman
 ASesor: Dr. Ing. Gaspar Méndez, Cruz

LOCALIDAD: GUAYO
 FECHA: NOVIEMBRE 2023
 ESCALA: 1:25000



RESUMEN HIDRÁULICO

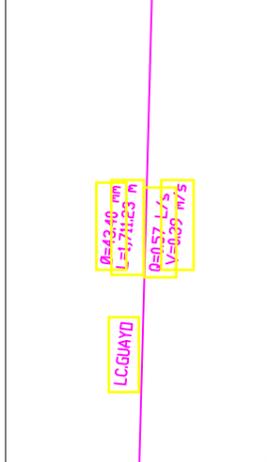
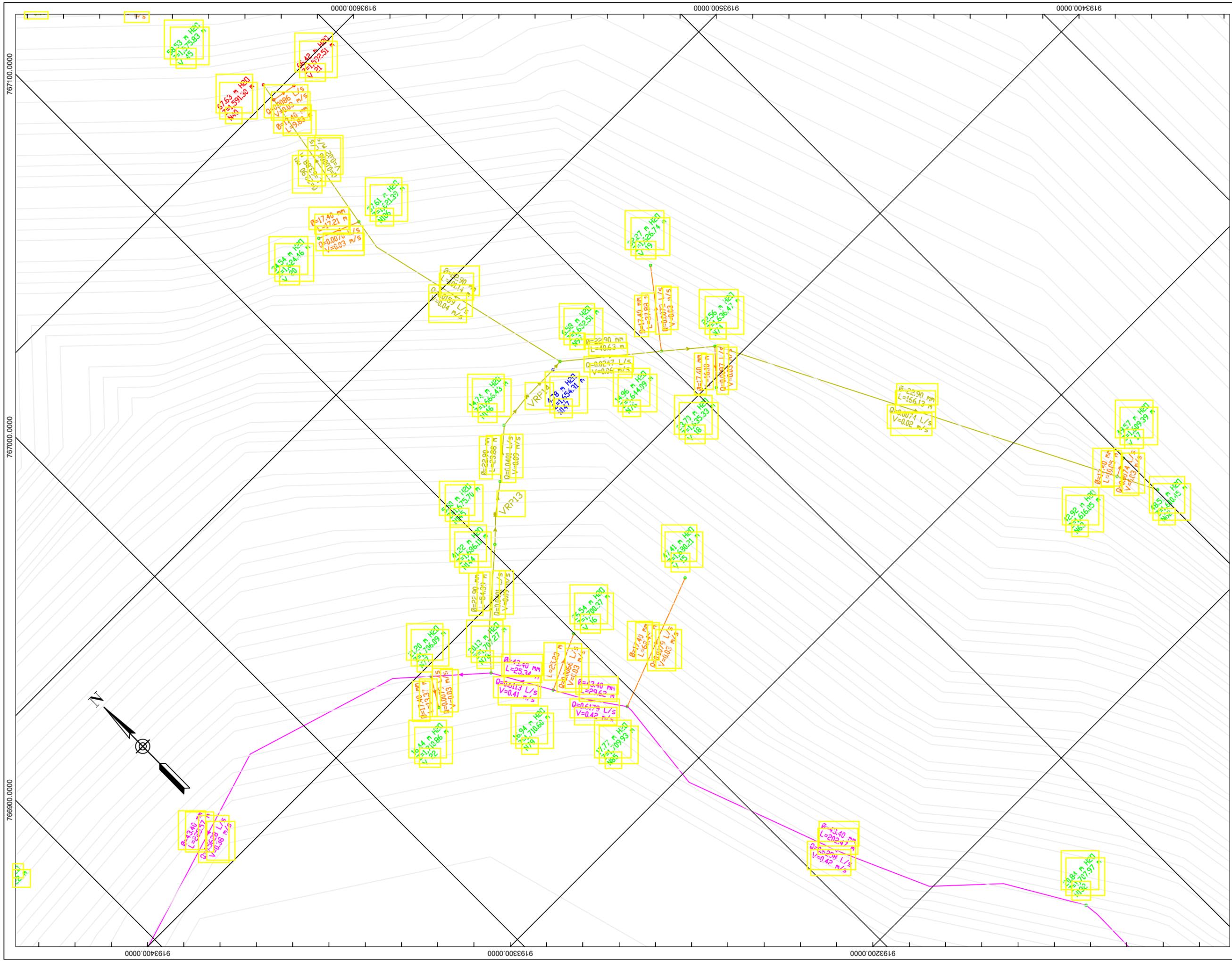
PRESIÓN MÍNIMA:	5.09 m H2O
PRESIÓN MÁXIMA:	86.29 m H2O
VELOCIDAD MÍNIMA:	0.003 m/s
VELOCIDAD MÁXIMA:	0.48 m/s
CAUDAL DE DISEÑO:	0.72 l/s

Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad

LEYENDA

Orange line	TUBERIA, PVC C-10 - 1/2"
Yellow line	TUBERIA, PVC C-10 - 3/4"
Blue line	TUBERIA, PVC C-10 - 1"
Pink line	TUBERIA, PVC C-10 - 1 1/2"
Yellow box with 'X'	CÁMARA RÓMPE PRESIÓN
White circle with 'X'	RESERVORIO DE 10 M3
White circle	NODO DEL SISTEMA

767400.0000



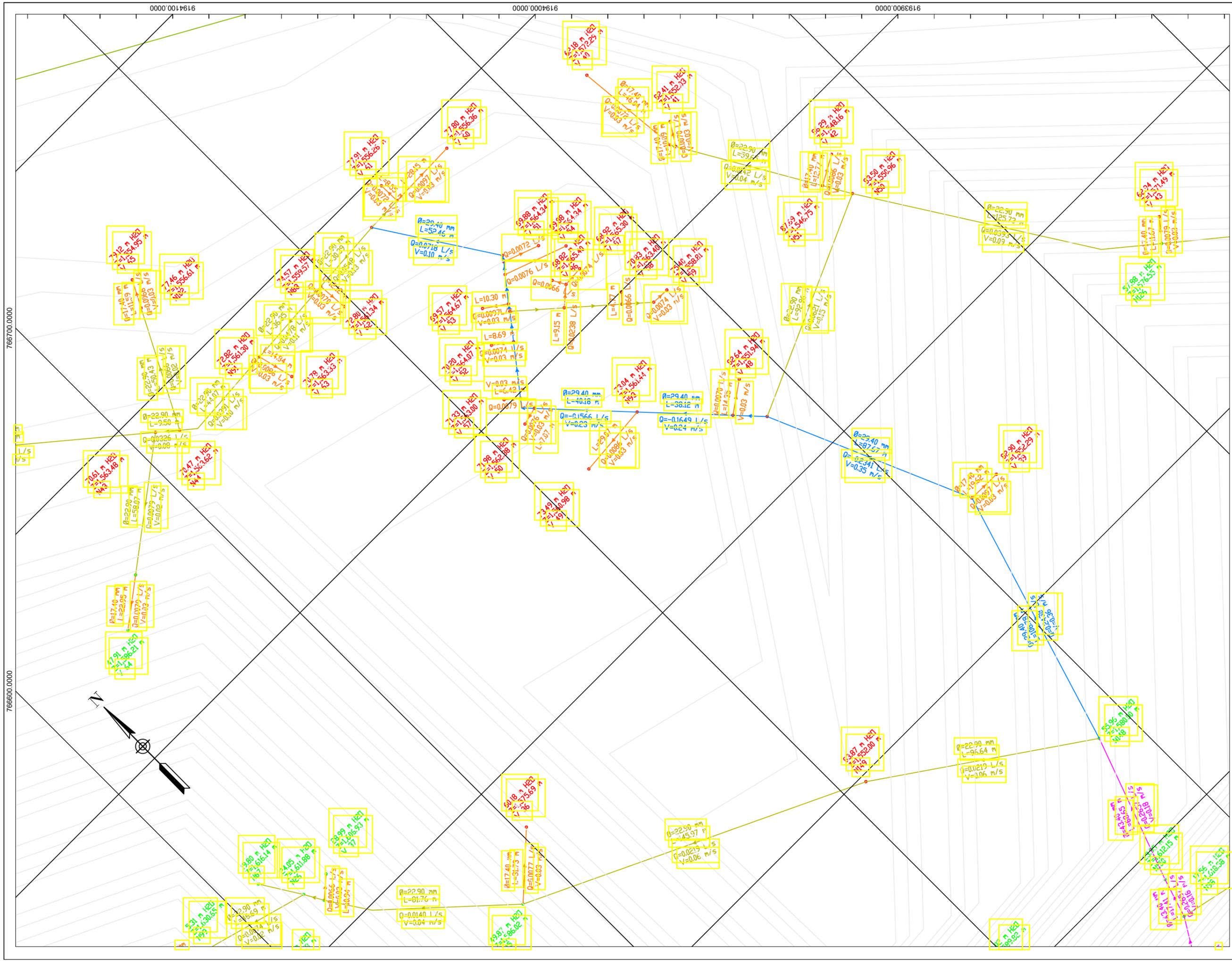
RESUMEN HIDRÁULICO

PRESIÓN MÍNIMA:	5.09 m H2O
PRESIÓN MÁXIMA:	86.29 m H2O
VELOCIDAD MÍNIMA:	0.003 m/s
VELOCIDAD MÁXIMA:	0.49 m/s
CAUDAL DE DISEÑO:	0.04 m³/s

Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad

LEYENDA

	TUBERIA: PVC C-10 - 1/2"
	TUBERIA: PVC C-10 - 3/4"
	TUBERIA: PVC C-10 - 1"
	TUBERIA: PVC C-10 - 1 1/2"
	CÁMARA ROMPE PRESIÓN
	RESERVOIRIO DE 10 M3
	NODO DEL SISTEMA



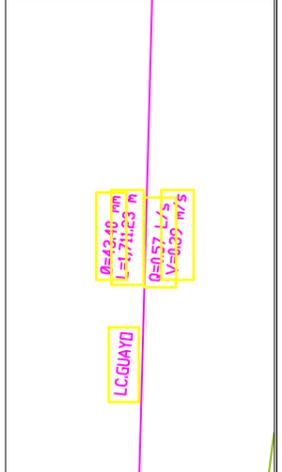
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA A. P. DE INGENIERÍA HIDRÁULICA
 TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZA - CAJAMARCA 2023

PLANO N° 05

PLANO: MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD

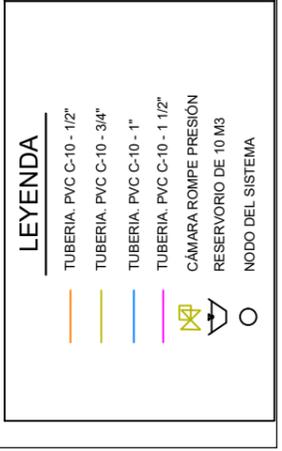
BACHILLER: Yupanqui Miranda, Deiman
 LOCALIDAD: GUAYO
 FECHA: NOVIEMBRE 2023
 ESCALA: 1:25000

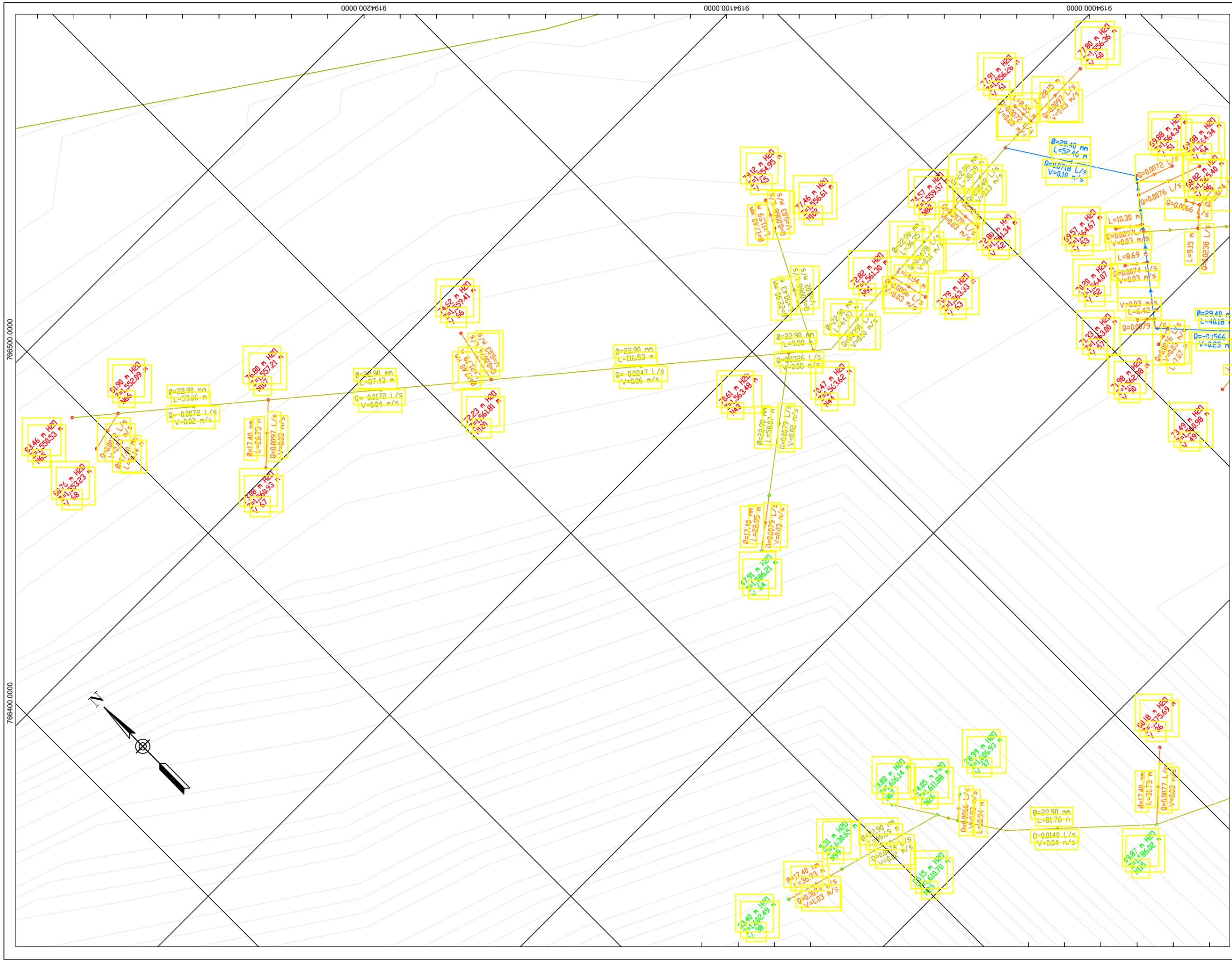
ASESOR: Dr. Ing. Gaspar Méndez, Cruz



RESUMEN HIDRÁULICO

PRESIÓN MÍNIMA: 5.09 m H2O
 PRESIÓN MÁXIMA: 86.29 m H2O
 VELOCIDAD MÍNIMA: 0.003 m/s
 VELOCIDAD MÁXIMA: 0.49 m/s
 CAUDAL DE DISEÑO: 0m³ (0.72) l/s
 Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad





766400.0000 766500.0000

9194200.0000 9194100.0000 9194000.0000

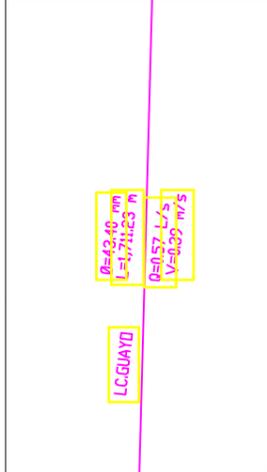
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA A. P. DE INGENIERÍA HIDRÁULICA
 TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZA - CAJAMARCA 2023

PLANO N° 04

PLANOS: MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD

BACHILLER: Yupanqui Miranda, Deiman
 ASesor: Dr. Ing. Gaspar Méndez, Cruz

LOCALIDAD: GUAYO
 FECHA: NOVIEMBRE 2023
 ESCALA: 1:25000

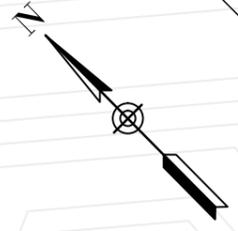
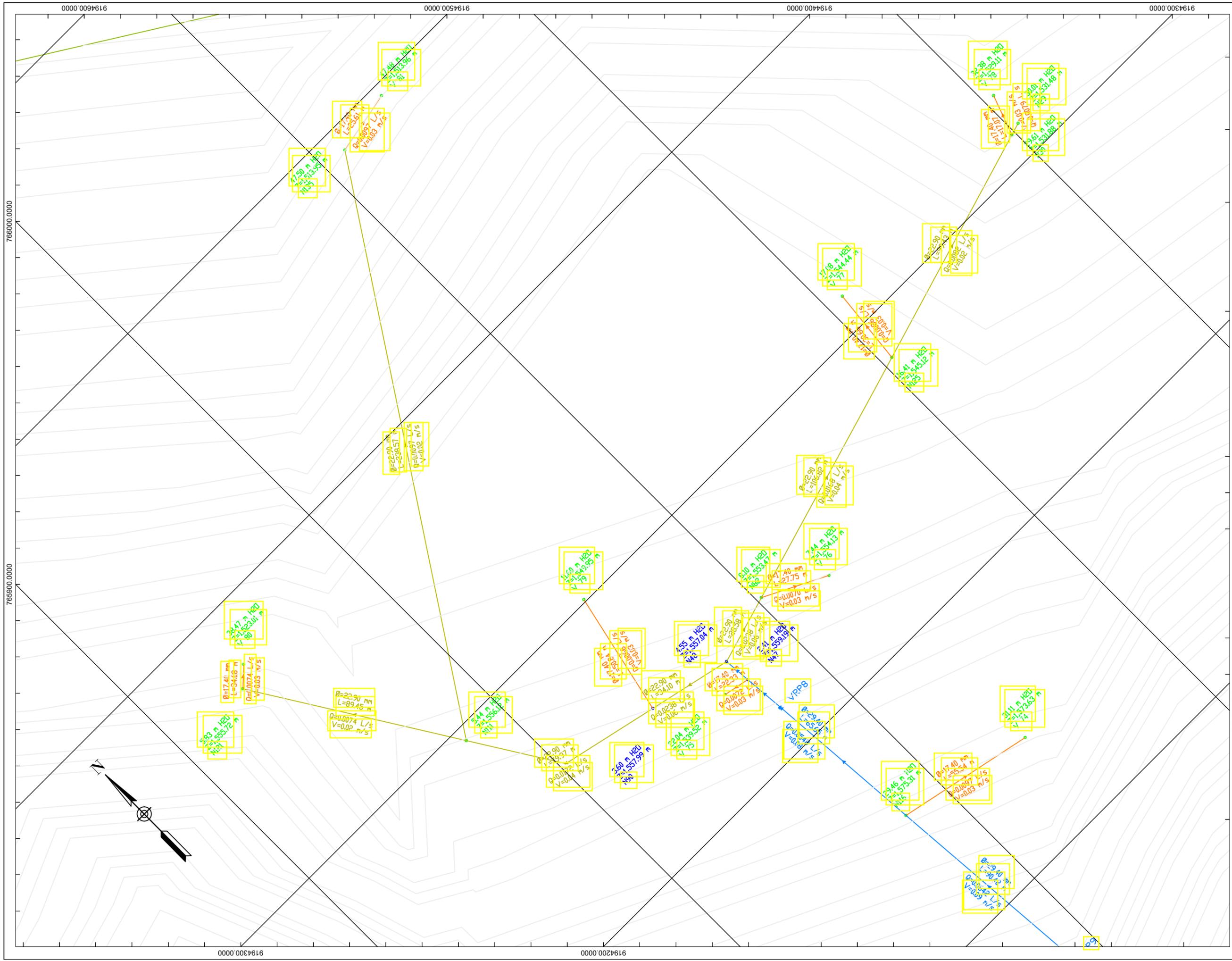


RESUMEN HIDRÁULICO

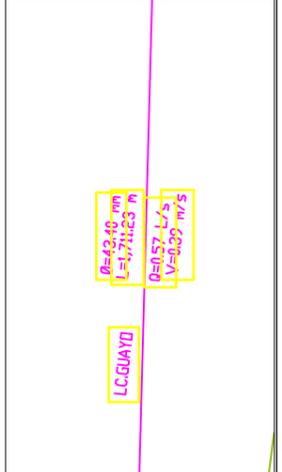
PRESIÓN MÍNIMA : 5.09 m H2O
 PRESIÓN MÁXIMA : 86.29 m H2O
 VELOCIDAD MÍNIMA : 0.003 m/s
 VELOCIDAD MÁXIMA : 0.48 m/s
 CAUDAL DE DISEÑO : 0m³ (0.72) l/s
 Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad

LEYENDA

TUBERÍA, PVC C-10 - 1/2"
 TUBERÍA, PVC C-10 - 3/4"
 TUBERÍA, PVC C-10 - 1"
 TUBERÍA, PVC C-10 - 1 1/2"
 CÁMARA RÓMPE PRESIÓN
 RESERVORIO DE 10 M3
 NODO DEL SISTEMA

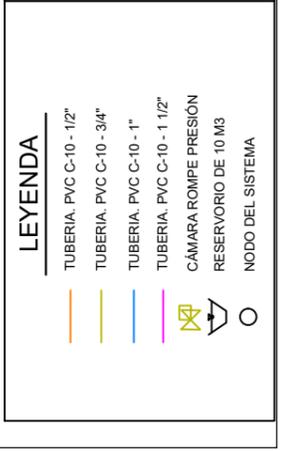


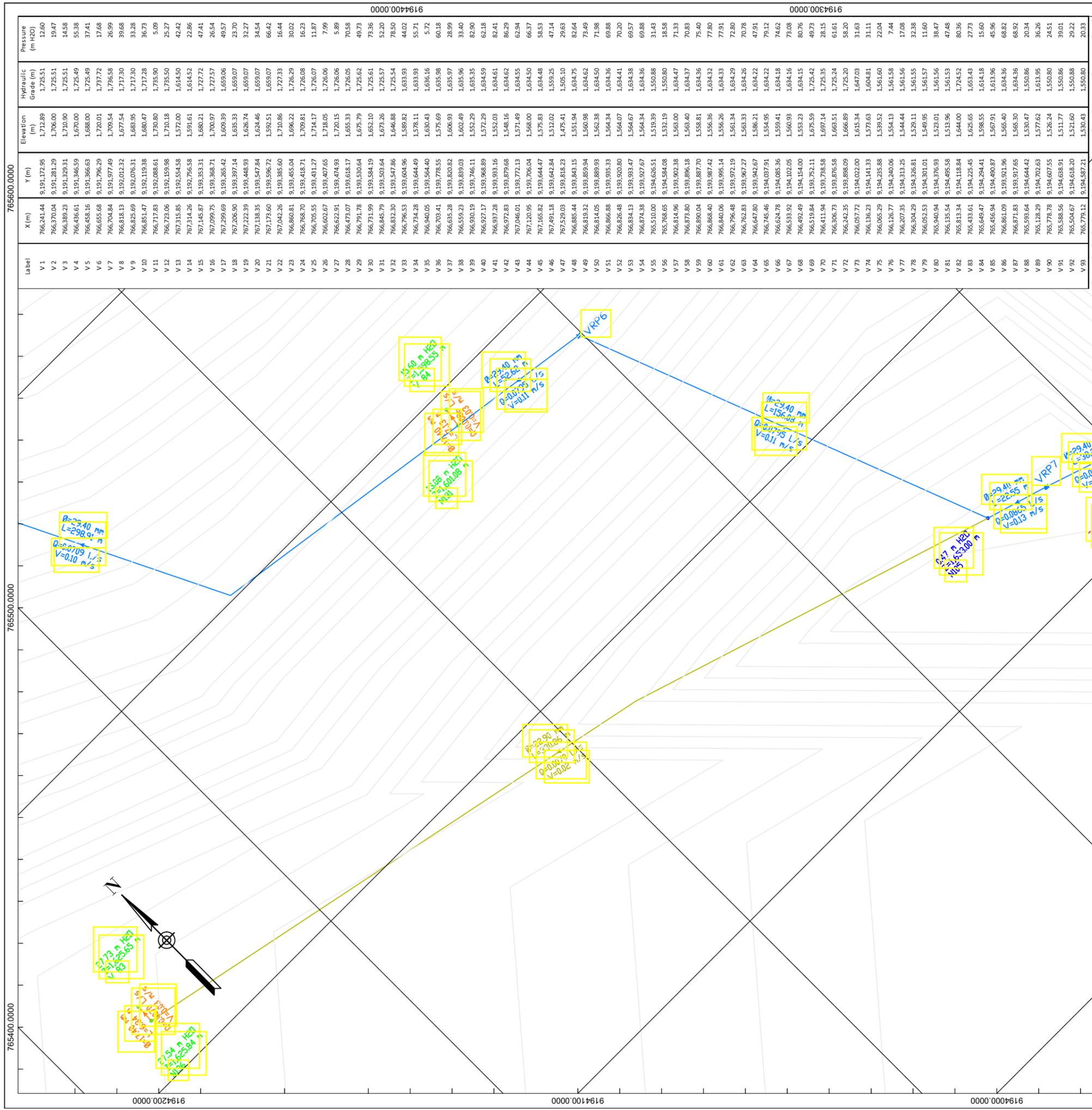
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA A. P. DE INGENIERÍA HIDRÁULICA
 TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZA - CAJAMARCA 2023
 PLANO N° **03**
 PLANO: MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD
 BACHILLER: Yupanqui Miranda, Deiman
 LOCALIDAD: EL GUAYO
 ASesor: Dr. Ing. Gaspar Mendez, Cruz
 FECHA: NOVIEMBRE 2023
 ESCALA: 1:25000



RESUMEN HIDRÁULICO

PRESIÓN MÍNIMA: 5.09 m H2O
 PRESIÓN MÁXIMA: 86.29 m H2O
 VELOCIDAD MÍNIMA: 0.003 m/s
 VELOCIDAD MÁXIMA: 0.49 m/s
 CAUDAL DE DISEÑO: 0m³ (0.72) /s
 Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad





NUMERO	MONBRE	NUMERO	MONBRE	NUMERO	MONBRE
1	ALINDOR CHUQUITUCTO PIASENCIA	32	EUGENIO GAMBOA MENDOZA	63	NOEMI YUPANQUI MENDOZA
2	MANUEL CHUQUITUCTO PIASENCIA	33	GUILLERMO QUISQUICHE MARTINE	64	IASREL YUPANQUI GALARRETA
3	FLAVIO CHUQUITUCTO CASTILLO	34	ANTONIA QUISEP LLATAS	65	MARCIAL SALDANA CHUQUITUCTU
4	VICTOR CHUQUITUCTO CASTILLO	35	SANTOS SAAVEDRA CARVAJAL	66	EDILBERTO CHUQUITUCTO LEYA
5	SANTOS SALDANA MONTOYA	36	SANTOS SAAVEDRA CUENCA	67	INES SAAVEDRA CARVAJAL
6	PEDRO YUPANQUI QUIROZ	37	TEOFILO SALDANA MIRANDA	68	INOE SANCHEZ VAZQUEZ
7	SANTIAGO TUESTA QUISQUICHE	38	ASUNCION LLATAS GAMBOA	69	JUAQUIN LEYA SAAVEDRA
8	MARIA LLATAS VAZQUEZ	39	JUAN ALCANTARA CONTRERAS	70	VICTOR ALCANTARA NARRO
9	CATALINA TUESTA LLATAS	40	LISARA FLORES NARRO	71	MARUJA LLATAS FLORES
10	ANGEL YUPANQUI QUIROZ	41	MALURO FLORES SANCHEZ	72	ANDRES NEIRA PORTILLA
11	EMILIO YUPANQUI ACOSTA	42	SANTIAGO QUISQUICHE LLATAS	73	JUAN MUÑOZ GUARNIZ
12	WILBER LLATAS HERRERA	43	JUANA SANCHEZ VAZQUEZ	74	SAMUEL MUÑOZ GUARNIZ
13	IGNACIO TUESTA QUISQUICHE	44	MAXIMA LLATAS FLORES	75	FRANCISCA MUÑOZ GUARNIZ
14	ELSA TUESTA YUPANQUI	45	REYES LEYA SANCHEZ	76	APARICIO SANCHEZ VAZQUEZ
15	ENRIQUE ALVITREZ SALDANA	46	MATILDE FLORES SANCHEZ	77	MARITZA MUÑOZ CABANILLAS
16	FLAVIO FLORES SANCHEZ	47	ROSAURA SANCHEZ TAFUR	78	WILIAN LEYA MUÑOZ
17	LUCILA FLORES CRISOLOGO	48	HERMINIA TELLO NARRO	79	IGLESIA ADVENTISTA SANTOS SAAVEDRA
18	CLAUDINA GUARNIZ TAFUR	49	SANTOS LLATAS GAMBOA	80	SEGUNDO ESPINOSA MUÑOZ
19	MARGARITA SAAVEDRA CUENCA	50	IDELSO CHUQUITUCTO LEYA	81	DAVID APOLITENO NARRO
20	ROSA SALDANA TORRES	51	ROSA LLATAS GAMBOA	82	JUAN AZANERO MENDOZA
21	SANTIAGO CHUQUITUCTO HUAMAN	52	JULIA COTRINA ARANA	83	NILA CHUQUIRUMA NIMROMA
22	FRANCISCO CHUQUITUCTO CUENCA	53	MARGARITA GUARNIZ VALDIVIA	84	CLORINDA CHAVEZ RODRIGUEZ
23	SEGUNDO ALVITREZ TUESTA	54	ANDREA SANCHEZ CRISOLOGO	85	FANY RUJZ PORTILLA
24	ANTERO CHUQUITUCTO HUAMAN	55	VICTOR LLATAS GAMBOA	86	I.E. PRIMARIA EL GUAYO- NOVEL INICIAL
25	MELCHORA ALVITREZ TUESTA	56	SANTOS AZAÑERO QUISQUICHE	87	I.E. PRIMARIA EL GUAYO- NOVEL INICIAL
26	FIDENCIO FLORES SANCHEZ	57	REYES LLATAS AZAÑERO	88	WILSON IDALGO ESPINO
27	ROSAS TUESTA LLATAS	58	IGLESIA ROSA LLATAS GAMBOA	89	IMARIO LEYA SAAVEDRA
28	MARIA FLOR SALDANA LLATAS	59	JESUS SALDANA LLATAS	90	DOMITILAAVARADO IULCA
29	OCTAVIO SALDANA MONTOYA	60	CLAUDINA LEYA SAAVEDRA	91	ELMER NEIRA LEON
30	SANTOS SANCHEZ VAZQUEZ	61	VIOLETA MIRANDA SALDANA	92	TOMASA QUISQUICHE MARTINES
31	GONZALO SANCHEZ TAFUR	62	JONI YUPANQUI MENDOZA	93	SANTOS FLORES SANCHEZ

LEYENDA

- TUBERIA: PVC C-10 - 1/2"
- TUBERIA: PVC C-10 - 3/4"
- TUBERIA: PVC C-10 - 1"
- TUBERIA: PVC C-10 - 1 1/2"
- CÁMERA RÓMPE PRESIÓN
- RESERVORIO DE 10 M3
- NODO DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO

PRESIÓN MÍNIMA : 5.09 m H2O
 PRESIÓN MÁXIMA : 86.29 m H2O
 VELOCIDAD MÍNIMA : 0.003 m/s
 VELOCIDAD MÁXIMA : 0.49 m/s
 CAUDAL DE DISEÑO : 0m³ (0.72) l/s
 Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA A. P. DE INGENIERÍA HIDRÁULICA
 TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZA - CAJAMARCA 2023

PLANO: MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD

BACHILLER: Yupanqui Miranda, Deiman
 ASesor: Dr. Ing. Gaspar Mendez, Cruz

LOCALIDAD : GUAYO
 FECHA: NOVIEMBRE 2023
 ESCALA: 1:25000

PLANO N°
02

Label	X (m)	Y (m)	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
V 1	766,241.44	9,191,172.95	1,712.89	1,725.51	12.60
V 2	766,370.04	9,191,281.29	1,706.00	1,725.51	19.47
V 3	766,389.23	9,191,329.31	1,710.90	1,725.51	14.58
V 4	766,436.61	9,191,346.59	1,670.00	1,725.49	58.38
V 5	766,458.16	9,191,366.63	1,688.00	1,725.49	37.41
V 6	766,655.68	9,191,796.29	1,720.01	1,731.72	17.68
V 7	766,704.84	9,191,977.49	1,709.54	1,736.58	26.99
V 8	766,818.13	9,192,012.32	1,677.54	1,717.30	39.68
V 9	766,825.69	9,192,076.31	1,683.95	1,717.30	33.28
V 10	766,851.47	9,192,119.38	1,680.47	1,717.28	36.73
V 11	766,717.83	9,192,088.61	1,730.80	1,735.90	5.09
V 12	766,723.06	9,192,159.98	1,710.18	1,735.50	25.27
V 13	767,315.85	9,192,554.58	1,571.00	1,614.50	42.42
V 14	767,314.26	9,192,756.58	1,591.61	1,614.52	22.86
V 15	767,145.87	9,193,353.31	1,680.21	1,727.72	47.41
V 16	767,099.75	9,193,388.71	1,700.97	1,727.57	26.54
V 17	767,299.69	9,193,285.42	1,609.39	1,659.06	49.57
V 18	767,206.90	9,193,397.14	1,635.33	1,659.07	23.70
V 19	767,222.39	9,193,448.93	1,626.74	1,659.07	32.27
V 20	767,138.35	9,193,547.84	1,624.46	1,659.07	34.54
V 21	767,042.26	9,193,385.60	1,592.51	1,659.07	66.42
V 22	766,860.81	9,193,455.04	1,696.22	1,727.33	30.02
V 23	766,768.70	9,193,418.71	1,709.81	1,726.08	16.23
V 24	766,705.55	9,193,491.27	1,714.17	1,726.07	11.87
V 25	766,602.67	9,193,407.65	1,718.05	1,726.06	7.99
V 26	766,722.91	9,193,474.93	1,720.15	1,726.06	5.89
V 27	766,672.91	9,193,618.17	1,655.33	1,726.05	70.58
V 28	766,473.07	9,193,618.17	1,655.33	1,726.05	70.58
V 29	766,791.78	9,193,530.64	1,675.79	1,725.62	49.73
V 30	766,731.99	9,193,584.19	1,652.10	1,725.61	73.36
V 31	766,845.79	9,193,503.64	1,673.26	1,725.57	52.20
V 32	766,832.30	9,193,547.86	1,646.88	1,725.54	78.50
V 33	766,796.53	9,193,604.96	1,589.82	1,633.93	44.02
V 34	766,734.28	9,193,644.49	1,578.11	1,633.93	55.71
V 35	766,940.05	9,193,564.40	1,630.43	1,638.16	5.72
V 36	766,703.41	9,193,778.55	1,575.69	1,635.98	60.18
V 37	766,635.28	9,193,820.82	1,606.93	1,635.97	28.99
V 38	766,559.23	9,193,839.03	1,602.49	1,635.96	33.40
V 39	766,930.19	9,193,746.11	1,552.29	1,635.35	82.90
V 40	766,927.17	9,193,988.89	1,572.29	1,634.59	62.18
V 41	766,937.28	9,193,933.16	1,552.03	1,634.61	82.41
V 42	766,972.83	9,193,879.68	1,548.16	1,634.62	86.29
V 43	767,046.01	9,193,772.13	1,571.49	1,634.55	62.94
V 44	767,120.95	9,193,706.04	1,568.00	1,634.50	66.37
V 45	767,155.82	9,193,644.47	1,575.83	1,634.48	58.53
V 46	767,491.18	9,193,642.84	1,512.02	1,595.25	47.14
V 47	767,529.03	9,193,818.23	1,475.41	1,506.10	29.63
V 48	766,885.44	9,193,843.15	1,551.94	1,634.75	82.64
V 49	766,819.32	9,193,859.94	1,560.98	1,634.62	73.49
V 50	766,814.05	9,193,889.93	1,562.38	1,634.50	71.98
V 51	766,866.88	9,193,935.33	1,564.34	1,634.36	69.88
V 52	766,826.48	9,193,920.80	1,564.07	1,634.41	70.20
V 53	766,834.13	9,193,933.47	1,564.34	1,634.36	69.57
V 54	766,874.38	9,193,927.67	1,564.34	1,634.36	69.88
V 55	765,510.00	9,194,626.51	1,519.39	1,550.88	31.43
V 56	765,788.65	9,194,584.08	1,532.19	1,550.80	73.08
V 57	766,814.96	9,193,902.38	1,563.00	1,634.47	71.33
V 58	766,873.80	9,193,896.18	1,563.40	1,634.37	70.83
V 59	766,890.04	9,193,887.70	1,558.81	1,634.36	75.40
V 60	766,868.40	9,193,987.42	1,556.36	1,634.32	77.80
V 61	766,840.06	9,193,995.14	1,556.26	1,634.33	77.91
V 62	766,796.48	9,193,972.19	1,561.34	1,634.29	72.80
V 63	766,762.83	9,193,967.27	1,563.33	1,634.26	70.78
V 64	766,647.80	9,193,942.67	1,586.21	1,634.22	47.91
V 65	766,745.46	9,194,037.91	1,554.95	1,634.22	79.12
V 66	766,624.78	9,194,085.36	1,559.41	1,634.18	74.62
V 67	766,533.92	9,194,102.05	1,560.93	1,634.16	80.76
V 68	766,492.49	9,194,154.00	1,553.23	1,634.15	80.76
V 69	766,519.84	9,193,752.11	1,575.59	1,725.42	49.73
V 70	766,411.94	9,194,376.93	1,697.14	1,725.35	28.15
V 71	766,306.73	9,193,876.58	1,663.51	1,725.24	61.61
V 72	766,242.35	9,193,898.09	1,666.89	1,725.20	58.20
V 73	766,057.72	9,194,022.00	1,615.34	1,647.03	31.11
V 74	766,136.23	9,194,141.33	1,573.63	1,604.81	31.11
V 75	766,065.29	9,194,235.88	1,539.52	1,561.60	22.04
V 76	766,126.77	9,194,240.06	1,554.13	1,561.56	7.44
V 77	766,207.35	9,194,313.25	1,544.44	1,561.56	17.08
V 78	766,304.29	9,194,326.81	1,529.11	1,561.55	32.38
V 79	766,052.53	9,194,301.01	1,549.95	1,561.57	11.60
V 80	766,940.94	9,194,376.93	1,523.01	1,561.56	38.47
V 81	766,135.54	9,194,495.58	1,513.96	1,561.53	47.48
V 82	765,813.34	9,194,118.84	1,644.00	1,724.52	80.36
V 83	765,433.61	9,194,225.45	1,625.65	1,653.43	27.73
V 84	765,649.47	9,194,294.41	1,598.55	1,614.18	15.60
V 85	765,456.94	9,194,480.87	1,567.91	1,613.96	45.96
V 86	766,861.09	9,193,921.96	1,565.40	1,634.36	68.82
V 87	766,871.83	9,193,917.65	1,563.30	1,634.36	68.92
V 88	765,593.64	9,194,644.42	1,530.47	1,550.86	20.34
V 89	765,128.29	9,194,702.63	1,577.62	1,613.95	36.26
V 90	765,778.78	9,194,607.55	1,526.24	1,550.80	24.51
V 91	765,588.56	9,194,638.91	1,511.77	1,550.86	39.01
V 92	765,504.67	9,194,618.20	1,521.60	1,550.88	29.22
V 93	765,779.12	9,194,587.21	1,530.43	1,550.80	20.33

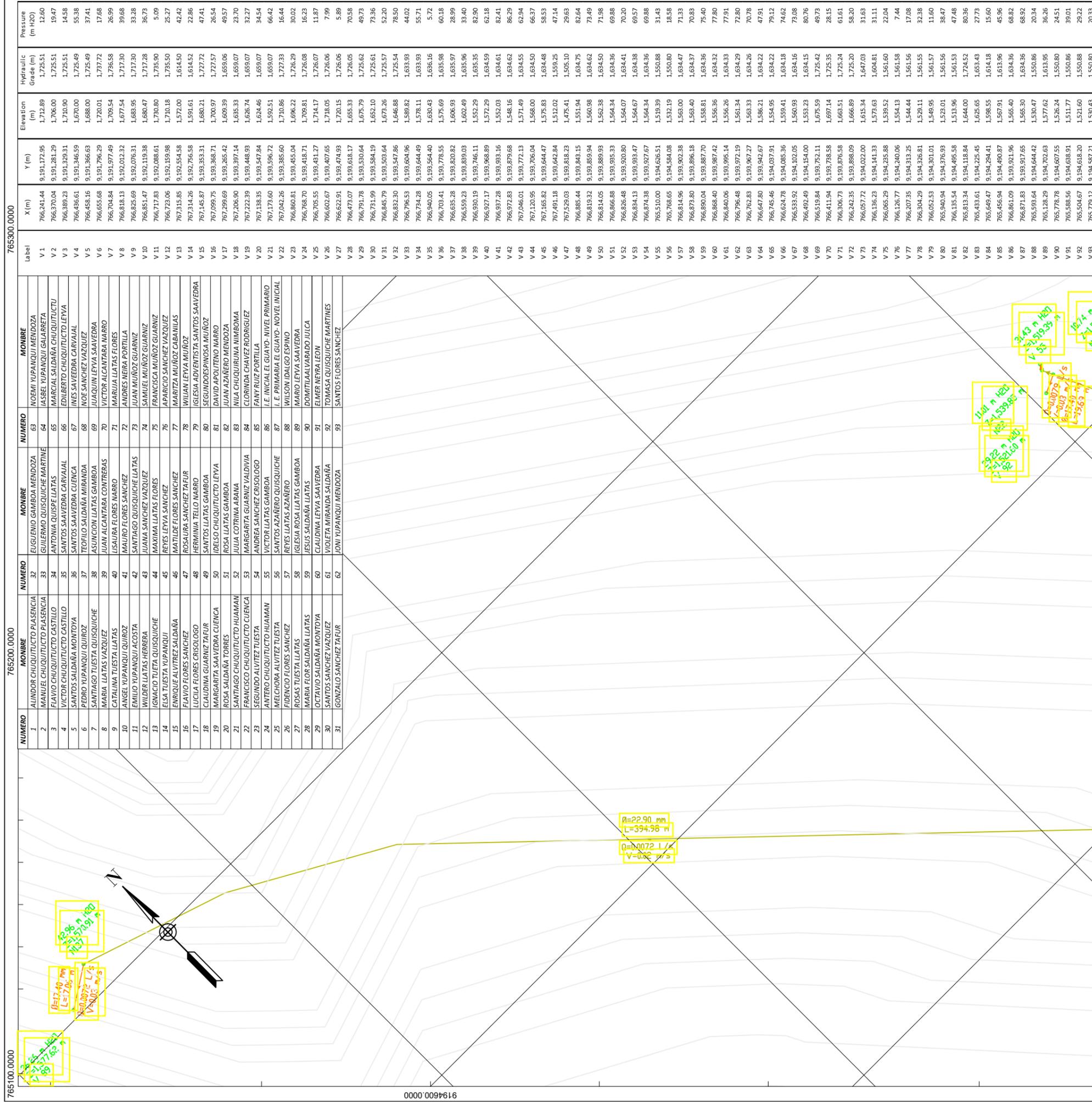
Label	X (m)	Y (m)	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
V 1	766,241.44	9,191,172.95	1,712.89	1,725.51	12.60
V 2	766,370.04	9,191,281.29	1,706.00	1,725.51	19.47
V 3	766,389.23	9,191,329.31	1,710.90	1,725.51	14.58
V 4	766,436.61	9,191,346.59	1,670.00	1,725.49	58.38
V 5	766,458.16	9,191,366.63	1,688.00	1,725.49	37.41
V 6	766,655.68	9,191,796.29	1,720.01	1,731.72	17.68
V 7	766,704.84	9,191,977.49	1,709.54	1,736.58	26.99
V 8	766,818.13	9,192,012.32	1,677.54	1,717.30	39.68
V 9	766,825.69	9,192,076.31	1,683.95	1,717.30	33.28
V 10	766,851.47	9,192,119.38	1,680.47	1,717.28	36.73
V 11	766,717.83	9,192,088.61	1,730.80	1,735.90	5.09
V 12	766,723.06	9,192,159.98	1,710.18	1,735.50	25.27
V 13	767,315.85	9,192,554.58	1,571.00	1,614.50	42.42
V 14	767,314.26	9,192,756.58	1,591.61	1,614.52	22.86
V 15	767,145.87	9,193,353.31	1,680.21	1,727.72	47.41
V 16	767,099.75	9,193,388.71	1,700.97	1,727.57	26.54
V 17	767,299.69	9,193,285.42	1,609.39	1,659.06	49.57
V 18	767,206.90	9,193,397.14	1,635.33	1,659.07	23.70
V 19	767,2				

765100.0000

765200.0000

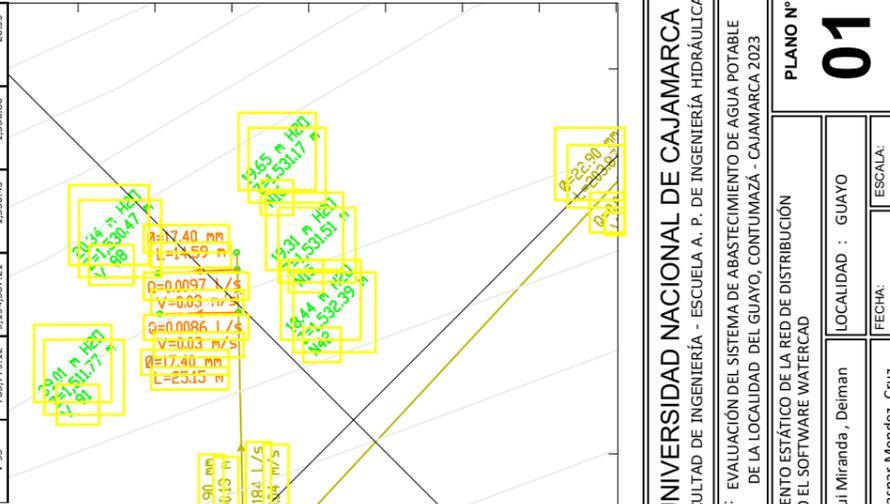
765300.0000

9194700.0000



Label	X (m)	Y (m)	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
V 1	766,241.44	9,191,172.95	1,712.89	1,725.51	12.60
V 2	766,370.04	9,191,281.29	1,706.00	1,725.51	19.47
V 3	766,389.23	9,191,329.31	1,710.90	1,725.51	14.58
V 4	766,436.61	9,191,346.59	1,670.00	1,725.49	56.38
V 5	766,458.16	9,191,366.63	1,688.00	1,725.49	37.41
V 6	766,655.68	9,191,796.29	1,720.01	1,737.72	17.68
V 7	766,704.84	9,191,977.49	1,709.54	1,736.58	26.99
V 8	766,818.13	9,192,012.32	1,677.54	1,717.30	39.68
V 9	766,835.69	9,192,076.31	1,683.95	1,717.30	33.28
V 10	766,851.47	9,192,119.38	1,680.47	1,717.28	36.73
V 11	766,717.83	9,192,088.61	1,730.80	1,735.90	5.09
V 12	766,723.06	9,192,159.98	1,701.18	1,735.50	25.27
V 13	767,315.85	9,192,554.58	1,572.00	1,614.50	42.42
V 14	767,314.26	9,192,756.58	1,591.61	1,614.52	22.86
V 15	767,145.87	9,193,353.31	1,680.21	1,727.72	47.41
V 16	767,099.75	9,193,388.71	1,700.97	1,727.57	26.54
V 17	767,299.69	9,193,397.14	1,609.39	1,659.06	49.57
V 18	767,206.90	9,193,397.14	1,635.33	1,659.07	23.70
V 19	767,223.39	9,193,488.93	1,626.74	1,659.07	32.27
V 20	767,138.35	9,193,547.84	1,624.46	1,659.07	34.54
V 21	767,173.60	9,193,596.72	1,592.51	1,659.07	66.42
V 22	767,042.26	9,193,385.60	1,701.86	1,727.33	16.44
V 23	766,860.81	9,193,455.04	1,696.22	1,726.29	30.02
V 24	766,768.70	9,193,418.71	1,709.81	1,726.08	16.23
V 25	766,705.55	9,193,431.37	1,714.17	1,726.07	11.87
V 26	766,602.67	9,193,407.65	1,718.05	1,726.06	7.99
V 27	766,622.91	9,193,474.93	1,720.15	1,726.06	5.89
V 28	766,473.07	9,193,618.17	1,655.33	1,726.05	70.58
V 29	766,791.78	9,193,530.64	1,675.79	1,725.62	49.73
V 30	766,731.59	9,193,584.19	1,652.10	1,725.61	73.36
V 31	766,845.79	9,193,503.64	1,673.26	1,725.57	52.20
V 32	766,832.30	9,193,547.86	1,646.88	1,725.54	78.50
V 33	766,796.53	9,193,604.96	1,589.82	1,653.93	44.02
V 34	766,734.28	9,193,644.49	1,578.11	1,633.93	55.71
V 35	766,940.05	9,193,564.40	1,630.43	1,636.16	5.72
V 36	766,703.41	9,193,778.55	1,575.69	1,635.98	60.18
V 37	766,635.28	9,193,820.82	1,606.93	1,635.97	28.99
V 38	766,559.23	9,193,839.03	1,602.49	1,635.96	33.40
V 39	766,930.19	9,193,746.11	1,532.29	1,635.35	82.90
V 40	766,927.17	9,193,988.89	1,572.29	1,634.59	62.18
V 41	766,937.28	9,193,933.16	1,552.03	1,634.61	82.41
V 42	766,972.83	9,193,879.68	1,548.16	1,634.62	86.29
V 43	767,046.01	9,193,772.13	1,571.49	1,634.55	62.94
V 44	767,120.95	9,193,706.04	1,568.00	1,634.50	66.37
V 45	767,165.82	9,193,644.47	1,575.83	1,634.48	58.53
V 46	767,491.18	9,193,642.84	1,512.02	1,593.25	47.14
V 47	767,529.03	9,193,818.23	1,475.41	1,506.10	29.63
V 48	766,885.44	9,193,843.15	1,551.94	1,634.75	82.64
V 49	766,819.32	9,193,859.94	1,560.98	1,634.62	73.49
V 50	766,814.05	9,193,889.93	1,562.38	1,634.50	71.98
V 51	766,866.88	9,193,935.33	1,564.34	1,634.36	69.88
V 52	766,836.48	9,193,920.80	1,564.07	1,634.41	70.20
V 53	766,834.13	9,193,933.47	1,564.67	1,634.38	69.57
V 54	766,874.38	9,193,937.67	1,564.34	1,634.36	69.88
V 55	765,510.00	9,194,626.51	1,519.39	1,550.88	31.43
V 56	765,788.65	9,194,384.08	1,532.19	1,550.80	18.58
V 57	766,814.96	9,193,902.38	1,563.00	1,634.47	71.33
V 58	766,873.80	9,193,896.18	1,563.40	1,634.37	70.83
V 59	766,890.04	9,193,887.70	1,558.81	1,634.36	75.40
V 60	766,868.40	9,193,987.42	1,556.36	1,634.32	77.80
V 61	766,840.06	9,193,995.14	1,556.26	1,634.33	77.91
V 62	766,796.48	9,193,972.19	1,561.34	1,634.29	72.80
V 63	766,762.83	9,193,957.27	1,563.33	1,634.26	70.78
V 64	766,647.80	9,193,942.67	1,586.21	1,634.22	47.91
V 65	766,745.46	9,194,037.91	1,554.95	1,634.22	79.12
V 66	766,624.78	9,194,085.36	1,539.41	1,634.18	74.62
V 67	766,533.92	9,194,102.05	1,560.93	1,634.16	73.08
V 68	766,492.49	9,194,154.00	1,533.23	1,634.15	80.76
V 69	766,519.84	9,193,752.11	1,675.59	1,725.42	49.73
V 70	766,411.94	9,193,738.58	1,697.14	1,725.35	28.15
V 71	766,306.73	9,193,876.58	1,663.51	1,725.24	61.61
V 72	766,242.35	9,193,888.09	1,666.89	1,725.20	58.20
V 73	766,057.72	9,194,141.33	1,615.34	1,647.03	31.63
V 74	766,136.23	9,194,141.33	1,573.63	1,604.81	31.11
V 75	766,065.29	9,194,235.88	1,539.52	1,561.60	22.04
V 76	766,126.77	9,194,240.06	1,554.13	1,561.58	7.44
V 77	766,207.35	9,194,313.25	1,544.44	1,561.56	17.08
V 78	766,304.29	9,194,326.81	1,529.11	1,561.55	32.38
V 79	766,052.53	9,194,301.01	1,549.95	1,561.57	11.60
V 80	765,940.94	9,194,376.93	1,523.01	1,561.56	38.47
V 81	766,135.54	9,194,495.58	1,513.96	1,561.53	47.48
V 82	765,433.61	9,194,118.94	1,644.00	1,724.52	80.36
V 83	765,649.47	9,194,225.45	1,625.65	1,653.43	27.73
V 84	765,649.47	9,194,294.41	1,598.55	1,614.18	15.60
V 85	765,456.94	9,194,490.87	1,567.91	1,613.96	45.96
V 86	766,861.09	9,193,921.96	1,565.40	1,634.36	68.82
V 87	766,871.83	9,193,917.65	1,565.30	1,634.36	68.92
V 88	765,599.64	9,194,644.42	1,530.47	1,550.86	20.34
V 89	765,128.29	9,194,702.63	1,577.62	1,615.95	36.26
V 90	765,778.78	9,194,607.55	1,526.24	1,550.80	24.51
V 91	765,588.56	9,194,638.91	1,511.77	1,550.86	39.01
V 92	765,504.67	9,194,618.20	1,521.60	1,550.88	29.22
V 93	765,779.12	9,194,587.21	1,530.43	1,550.80	20.33

9194700.0000



Label	X (m)	Y (m)	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
V 94	765,779.12	9,194,587.21	1,530.43	1,550.80	20.33

LEYENDA

- TUBERIA: PVC C-10 - 1/2"
- TUBERIA: PVC C-10 - 3/4"
- TUBERIA: PVC C-10 - 1"
- TUBERIA: PVC C-10 - 1 1/2"
- CÁMARA ROMPE PRESIÓN
- RESERVORIO DE 10 M3
- NODO DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO

PRESIÓN MÍNIMA : 5.09 m H2O
 PRESIÓN MÁXIMA : 86.29 m H2O
 VELOCIDAD MÍNIMA : 0.003 m/s
 VELOCIDAD MÁXIMA : 0.49 m/s
 CAUDAL DE DISEÑO : 0m3 (0.72) l/s
 Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA A. P. DE INGENIERÍA HIDRÁULICA
 TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DEL GUAYO, CONTUMAZA - CAJAMARCA 2023

PLANO N° **01**
 PLANO: MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD
 BACHILLER: Yupanqui Miranda, Deiman
 LOCALIDAD : GUAYO
 FECHA: NOVIEMBRE 2023
 ESCALA: 1:125000
 ASesor: Dr. Ing. Gaspar Mendez, Cruz

RESUMEN HIDRÁULICO

PRESIÓN MÍNIMA : 5.09 m H2O
 PRESIÓN MÁXIMA : 86.29 m H2O
 VELOCIDAD MÍNIMA : 0.003 m/s
 VELOCIDAD MÁXIMA : 0.49 m/s
 CAUDAL DE DISEÑO : 0m3 (0.72) l/s
 Reporte del Modelamiento estático en el Software Watercad